

جامعة مؤتـه

كلية الدراسات العليا

المقارنة بين فاعلية ثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة

إعداد الطالبة

فاطمة جمال المجالي

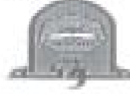
إشراف

الدكتور راجي عوض الصرايرة

رسالة مقدمة إلى كلية الدراسات العليا
استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في
القياس والتقويم/ قسم علم النفس

جامعة مؤتة 2017

الآراء الواردة في الرسالة الجامعية لا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر جامعة مؤته



MUTAH UNIVERSITY
College of Graduate Studies

جامعة مؤتة
كلية الدراسات العليا

نموذج رقم (١٤)

قرار إجازة رسالة جامعية

تقرر إجازة الرسالة المقدمة من الطالبة فاطمه جمال المجالي الموسومة بـ:

المقارنة بين فاعلية ثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة

استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في القياس والتقويم.

القسم: علم النفس.

	التوقيع	التاريخ	
د. راجي عوض الصرايرة		11/4/2017	مشرفاً ورئيساً
أ.د. فؤاد طه الطلافحة		11/4/2017	عضواً
د. احمد عبدالله الطراونة		11/4/2017	عضواً
د. حابس سعد الزبون		11/4/2017	عضواً

عميد كلية الدراسات العليا

أ.د. محمد عبدالرحيم المحاسنه

MUTAH-KARAK-JORDAN
Postal Code: 61710
TEL :03/2372380-99
Ext. 5328-5330
FAX:03/ 2375694
e-mail: dgs@mutah.edu.jo sedgs@mutah.edu.jo
http://www.mutah.edu.jo/gradest/derasat.htm

مؤته - الكرك - الأردن
الرمز البريدي: ٦١٧١٠
تلفون: ٠٣/٢٣٧٢٣٨٠-٩٩
فرعي 5328-5330
فاكس 375694 ٠٣/٢
البريد الإلكتروني
الصفحة الالكترونية

الإهداء

إلى صاحب الفضل الأول و الآخر إلى الهادي سواء السبيل ....

الله عز وجل.

إلى روح من قال فيهما الحق " وَاخْفِضْ لَهُمَا جَنَاحَ الذُّلِّ مِنَ الرَّحْمَةِ وَقُل رَّبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيراً ".......

أسكنهم الله فسيح جناته.

إلى جميع أفراد أسرتي الذين لم يدخروا جهداً في مساعدتي

إلى الأصدقاء .... إلى طلبتي الأعزاء

أهدي هذا العمل المتواضع

الشكر و التقدير

اللهم لك الحمد؛ كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك. الحمد لله والشكر له سبحانه وتعالى مِن قبلُ ومِن بعدُ الذي يسّر لنا الأمر ومَنّ علينا بنعمهِ التي لا تحصى إنّه نعم المولى ونعم النصير.

يقول المصطفى – عليه أفضل الصلاة وأتم التسليم : " من لا يشكر الناس لا يشكر الله"

لا يسعني إلا أن أتقدم بالشكر إلى مَن كان له الفضل بعد الله في إخراج هذه الرسالة بصورتها الحالية؛ الدكتور راجي الصرايرة مشرف هذه الرسالة الذي تكلف عناء الإشراف على هذه الرسالة ، ولم يدخر عليّ بأيٍّ نصيحة، وكان على الدوام مصراً على إخراج البحث في أفضل صورة دون عجلةٍ تؤثر فيه.

كما وأشكر كل من له فضل رأيٍّ أو مشورةٍ أو قدّم مساعدة ساعدت في تذليلِ الصعابِ التي واجهتني خلال مراحلِ العملِ في هذه الرسالة.

وفي الختام أسأل الله أن يجعل ما قدمت من جهد خالصا لوجهه الكريم وأن ينفع به

وصلى الله على سيدنا محمد وآله وصحبه أجمعين

فهرس المحتويات

المحتوى	الصفحة
الإهداء	أ
الشكر و التقدير	ب
فهرس المحتويات	ج
قائمة الجداول	هـ
قائمة الأشكال	و
الملخص باللغة العربية	ز
الملخص باللغة الإنجليزية	ط
الفصل الأول: خلفية الدراسة وأهميتها	1
1.1 مقدمة	1
2.1 مشكلة الدراسة وأسئلتها	3
3.1 أهمية الدراسة	4
4.1 أهداف الدراسة	5
5.1 حدود الدراسة	5
6.1 مفاهيم الدراسة	6
الفصل الثاني: الإطار النظري و الدراسات السابقة	8
1.2 الإطار النظري	8
2.2 الدراسات السابقة	44
3.2 التعقيب على الدراسات السابقة	53
الفصل الثالث: المنهجية والتصميم	55
1.3 منهجية الدراسة	55

المحتوى	**الصفحة**
2.3 إجراءات الدراسة	55
1.2.3 توليد البيانات	55
2.2.3 آلية فقد القيم	57
3.2.3 القيم المفقودة	59
4.2.3 معالجة القيم المفقودة	60
5.2.3 الأساليب الإحصائية	60
الفصل الرابع: عرض النتائج ومناقشتها والتوصيات	62
1.4 عرض نتائج الدراسة ومناقشتها	62
2.4 التوصيات	72
المراجع العربية	73
المراجع الأجنبية	75

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1.	خطوات طريقة دالة الإستجابة	22
2.	خطوات طريقة حساب قيمة تعويضية للوسط المصحح للفقرة	22
3.	جدول التوافق	31
4.	الإحصاءات الوصفية لمعالم فقرات الاختبار المولّد للنموذج اللوجستي الثلاثي المعلمة	56
5.	الإحصاءات الوصفية ومستوى الدلالة لاختبار التوزيع الطبيعي للقدرة الحقيقية	57
6.	عدد الفقرات غير المطابقة في كل اختبار	63
7.	نسب عدد الفقرات غير المطابقة في كل اختبار	64
8.	عدد الفقرات الغير مطابقة لكل طريقة	69
9.	نسبة عدد الفقرات غير المطابقة لكل طريقة	69
10.	إحصائيات الاختبار كروسكال-ويلز	70

قائمة الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
.1	النمط الإعتباطي	11
.2	النمط المطرد	12
.3	نمط وحيد المتغير	13
.4	نمط وحدة عدم الإستجابة	13
.5	نمط البيانات المفقودة المخطط لها	14
.6	نمط المتغير الكامن	14
.7	طرق المعالجة للقيم المفقودة وما يندرج تحت الطرق القائمة على الحذف	17
.8	طرق المعالجة للقيم المفقودة وما يندرج تحت الطرق القائمة على احتساب قيمة تعويضية	18
.9	توزيع مربع كاي لجودة المطابقة	29
.10	التمثيل البياني للنموذج اللوغاريتمي أحادي المعلم (نموذج راش)	36
.11	التمثيل البياني للنموذج اللوغاريتمي ثنائي المعلم (نموذج لورد)	37
.12	التمثيل البياني للنموذج اللوغاريتمي ثلاثي المعلم (نموذج بيرنبوم)	38
.13	رسم بياني لعدد الفقرات غير المطابقة للاختبارات التي تمت معالجتها بطريقة الوسط المتسلسل	65
.14	رسم بياني لعدد الفقرات غير المطابقة للاختبارات التي تمت معالجتها بطريقة تعظيم التوقعات	66
.15	رسم بياني لعدد الفقرات غير المطابقة للاختبارات التي تمت معالجتها بطريقة التعويض المتعدد	67
.16	رسم بياني لجميع الفقرات غير المطابقة للاختبارات التي تمت معالجتها وبجميع طرق المعالجة المستخدمة في الدراسة والمقارنة بينها	68

الملخص

المقارنة بين فاعلية ثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة

فاطمة جمال المجالي

جامعة مؤته 2017

هدفت الدراسة للكشف عن نسبة عدد الفقرات غير المطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة لكل طريقة من طرق معالجة القيم المفقودة المستخدمة في الدراسة، وعن دلالة الفروق لنسبة عدد الفقرات غير المطابقة لذلك النموذج باختلاف طرق المعالجة، ولتحقيق هذه الأهداف تم استخدام برنامج (WINGEN3) لتوليد استجابات عشرين اختباراً من نوع اختيار من متعدد، كل فقرة تتكون من أربعة بدائل، وكل اختبار مكون من (50) فقرة ثنائية الاستجابة تحقق افتراضات النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة؛ إذ تراوحت قيم معلمة الصعوبة لفقرات الاختبار بين (−2.131) و (2.479) و معلمة التمييز بين (0.63) و (1.56) أمّا معلمة التخمين فتراوحت قيمها بين (0.083) و (0.218)، موزعة على (1000) مستجيبٍ توزيعاً طبيعياً بوسط حسابي صفر وانحراف معياري واحد.

وباستخدام برنامج (SPSS) تم الحصول على بيانات تتضمن استجابات مفقودة بنسبة (5%) من المستجيبين؛ حيث تم فقد أول عشر فقرات لذلك المستجيب، و قامت الباحثة بمعالجة هذه الاستجابات بثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة وهي: التعويض بالوسط و التعويض المتعددة و تعظيم التوقعات، وقد تم تحديد قيم كاي تربيع ودلالاتها الإحصائية لكلّ طريقةٍ بالإعتماد على برنامج التحليل(BILOG-MG3).

حيث أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مقارنة النسب بين طرق المعالجة الثلاث المستخدمة بالدراسة. كما أظهرت النتائج أن طريقة التعويض المتعدد من أكثر الطرق المستخدمة في الدراسة دقة لتقدير القيم المفقودة أي أنها أكثر الطرق محافظة على جودة مطابقة الفقرة.

الكلمات المفتاحية:

طرق معالجة القيم المفقودة، تعويض الوسط، تعظيم التوقعات، التعويض المتعددة، مربع كاي لجودة مطابقة الفقرة، النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة.

Abstract

The Comparison of Effectiveness of Three Methods to Treat Missing Data in Light of goodness of the Item fitness to the Three-Parameter Logistic (3PL) Model

Fatima Jamal Almajali

Mutah University, 2017

This study aimed to investigate the ratio of the items that don't fit the Three-Parameter Logistic (3PL) with each of the missing values treatment methods, and the significance of the differences of the ratios of the non-fit items for each of the treatment methods. To achieve the aim of the study, the application (WINGEN3) was used to generate responses of 20 multiple choice tests. Each item consisted of four choices, and each test consisted of 50 dichotomous items that match the 3-parameter logistic model. The values of the difficulty parameter of the test items ranged between -2.131 and 2.479, while those of the discrimination parameter ranged between 0.63 and 1.56 and the pseudo-guessing parameter values ranged between 0.083 and 0.218, distributed naturally on 1000 respondents with a mean of zero and a standard deviation of one.

Using the application (SPSS), data with missing responses at a rate of (5%) was generated as the first 10 responses were lost. These responses were treated using the following three missing values treatment methods: mean imputation, multiple imputation, and expectation–maximization (EM) algorithm . The values of Chi square and its statistical significance on each method have been found using the analysis program (BILOG-MG3).

The current results of the study have shown no statistically-significant differences when comparing the ratios of the three used treatment methods in this study. The results have also shown that the multiple imputation method was considered one of the most accurate methods in estimating the missing values as it was the most preserving of the item's goodness of fit.

Key words:

Missing Data Treatment Methods, Mean Imputation, Multiple Imputation, Expectation-Maximization Algorithm (EM), Chi-Square Goodness-of-Fit, Three-Parameter Logistic (3PL) Model.

الفصل الأول

خلفية الدراسة وأهميتها

1.1 مقدمة:

إنّ التطوّر والتقدم العلمي يعتبر الأساس في بناء وتقدم الأمم؛ لذا زاد اهتمام الباحثين بجودة بحوثهم العلمية، ودقة نتائجها، فاستخدموا مختلف النظريات، و القوانين والطرق الإحصائية من أجل إيجاد حلول مناسبة لجميع العقبات، أو المشكلات التي تواجه مسيرتهم البحثية. ومن أكثر المشكلات، أو العقبات تكراراً، وشيوعاً عدم إكمال البيانات، أو الإجابات، فلا يخلو بحث يتعامل مع العينات من البيانات المفقودة.

فمشكلة فقدان البيانات تبدأ مع الباحث أثناء عملية جمع البيانات؛ حيث يتوقع الباحث استجابة جميع أفراد العينة على جميع الفقرات التي طبقت عليهم دون استثناء، وتسجيل استجاباتهم بدقة، ولكن في الغالب يجد الباحث البيانات ناقصة، أو غير مكتملة مما يؤدي إلى تقديرات متحيزة وأقل كفاءة؛ فالغاية من الاستبانات والاختبارات الحصول على بيانات تخدم أغراض البحث تتصف بالدقة وقد تهدد القيم المفقودة هذه الدقة(Little & Rubin, 1987).

وقد بيّن كلّ من ميكنايت و ميكنايت وسيداني فيغاردو (Mcknight, Sidani, Mcknight & Figueredo, 2007) أنّ تجاهل الباحث لتأثير البيانات المفقودة على تحليل بياناته وتركها دون معالجة؛ إمّا لعدم وجود المعرفة الكافية لحلول مشكلة البيانات المفقودة وطريقة التعامل معها أو لقلة إدراكه لأهمية المشكلة التي يدرسها. وأشار ليودلو و أوليري (Ludlow & O’Leary, 1999) إلى أن سبب وجود القيم المفقودة هو عدم الوصول إلى بعض الفقرات أو الإجابة عنها، وعدم الوصول لجذب اهتمام المستجيب أو لعدم توفر الوقت الكافي للإجابة عن جميع الفقرات، أما عدم إجابة المستجيب عن بعض الفقرات قد تكون بغير قصد أو لعدم قدرته على الإجابة. وصنف ميكنايت و ميكنايت وسيداني فيغاردو (Mcknight, 2007) أسباب الفقد في البيانات إلى ثلاث فئات: الفئة الأولى

أسباب تعود إلى المستجيبين أنفسهم كسؤالهم عن خاصية معينة تتعلق بهم، ثم الفئة الثانية وهي أسباب تعود لتصميم الدراسة كأن تحتاج إلى وقت طويل من وقت المستجيبين، أما الفئة الثالثة أسباب تعود للتفاعل بين المستجيبين وتصميم الدراسة.

ومع ازدياد التطور في البرامج الإحصائية التي تستخدم الحاسوب في معالجتها أخذ الاهتمام بالقيم المفقودة وبالأساليب الإحصائية التي تعالج مثل هذه القيم وآلية التعامل معها، وقد أشار شيفر واجراهام (Schafer & Graham, 2002) إلى الجهود الكبيرة التي يبذلونها مطوروا البرامج الحاسوبية لمعالجة مشكلة البيانات المفقودة وإعطائها مظهر الاكتمال. ولكن قد تكون سلبيات تعويض البيانات أكثر من إيجابياتها بإنتاج أجوبة منحازة وغير موثوقة، وغير فعالة.

وكثير من الباحثين تعاملوا مع القيم المفقودة (Missing Values) بالإهمال؛ فقد تُغيِّر هذه القيم نتائج البحث فتؤدي إلى تضليل في النتائج، وتحيّز في بعض النتائج. وبيّن لورد(Lord,1973) أيضاً أنّه من الخطأ التعامل مع هذه القيم على أنّها خاطئة لذا يجب معالجة القيم المفقودة بطرائق التعويض المناسبة، و صنف العلماء طرق التعامل مع البيانات المفقودة ومعالجتها إلى مجموعتين: طرق قائمة على الحذف (Methods Depends on Deletion)، وطرق قائمة على احتساب قيمة تعويضية (Imputation) للقيم المفقودة.

وقد أسهمت نظرية استجابة الفقرة (Item Response Theory) بحل معظم جوانب القصور التي لم تستطع نظرية الاختبار الكلاسيكية (Classical Test Theory) معالجتها؛ حيثُ قدمت طريقة في انتقاء الفقرات تتميز بتقديم معالم ثابته للفقرة وهي: معلمة الصعوبة (موقع الفقرة على متصل السمة)، و معلمة التمييز (قدرة الفقرة على التمييز بين مستويات المفحوصين المختلفة على متصل القدرة) ومعلمة التخمين(احتمال إجابة المفحوصين ذوي القدرة المتدنية، إجابةً صحيحة على الفقرة عن طريق التخمين)، وقامت أيضا بتوحيد المقياس لكلّ من الصعوبة وقدرة المفحوص لكي يتمكن مطور الاختبار من انتقاء الفقرات الأكثر ملاءَمة لتصنيف الأفراد على مستويات الأداء، والتي

تتميز عند مطابقة البيانات للنموذج، بعدم تغير معالم الفقرات بتغير عينة المفحوصين، وعدم تغير تقديرات القدرات بعينة الفقرات، في حين أنّه يمكن مقارنة معالم الفقرات والقدرة لوقوعها على نفس السلم، كما ويمكن في هذه النظرية الربط بين خصائص الفقرات والقدرة المقاسة من جهة وبين احتمال الإجابة الصحيحة من جهة أخرى من خلال عدة نماذج رياضية ومنها النماذج اللوجستية الثلاثة: النموذج اللوجستي أُحادي المعلمة (One-Parameter Logistic Model)، و النموذج اللوجستي ثنائي المعلمة (Two-Parameter Logistic Model)، والنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة (Three- Parameter Logistic Model). وأما الفائدة من هذه النماذج فهي تعتمد على مطابقة البيانات للنموذج، إذ يعتمد نجاح تطبيقات نظرية استجابة الفقرة في تحليل وتفسير نتائج الاختبار على تحقق افتراضات النظرية في البيانات وعلى مطابقة البيانات للنموذج (الصرايرة، 2008).

ونظرا لأهمية القرارات التي تبنى على نتائج اختبار جودة المطابقة للفقرة للنموذج اللوجستي والحصول على نتائج موثوقة ودقيقة لاستخدام أفضل لطرق المعالجة للقيم المفقودة، والتي توضح مدى مطابقة البيانات للنماذج الاحتمالية؛ لذلك فقد برزت أهمية الدراسة للبحث في فاعلية ثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة.

2.1 مشكلة الدراسة وأسئلتها:

تكمن مشكلة هذه الدراسة بتقصي فاعلية ثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة باستخدام نظرية استجابة الفقرة، اعتمادا على القوة الإحصائية لاختبار كاي تربيع؛ إذ إن إحصائي كاي تربيع يعد أهم المؤشرات المتعلقة بالحكم على جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي، وتتلخص مشكلة الدراسة بالسؤال الآتي: أي طرق معالجة القيم المفقودة (تعويض الوسط، التعويض المتعدد، تعظيم التوقعات) أكثر فاعلية؛ لمعالجة القيم المفقودة في البيانات في ضوء جودة

مطابقة الفقرة تبعاً للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة، وبالتحديد تسعى الدراسة الى الإجابة عن الأسئلة التالية:

السؤال الأول:

ما نسبة عدد الفقرات غير المطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة لكل طريقة من طرق معالجة القيم المفقودة الثلاث (تعويض الوسط، التعويض المتعدد، تعظيم التوقعات)؟

السؤال الثاني:

هل تختلف نسبة عدد الفقرات غير المطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة باختلاف طرق معالجة القيم المفقودة (تعويض الوسط، التعويض المتعدد، تعظيم التوقعات)؟

3.1 أهمية الدراسة:

تبرز أهمية هذه الدراسة في جانبين: الأهمية النظريّة: وتتلخص في تقديم إطارٍ نظريٍ عن مربع كاي لجودة مطابقة الفقرة وطرق المعالجة المستخدمة في الدراسة، ومن هنا كانت أهمية توفر كامل البيانات لأيِّ بحث أو دراسة. وقد أكدت جمعية علم النفس الأمريكية (APA) (American Psychological Association) على ضرورة الاهتمام بالبيانات المفقودة؛ حيث أن البيانات التي تتضمن بيانات مفقودة قد تؤثر على الصدق الداخلي و الخارجي لنتائج البحوث التربوية. أمّا من الناحية العملية فهي تقدم طرق وحلول متعلقة بأفضل طرق التعويض للقيمة المفقودة في البيانات التي تستخدم في تحليل نظرية استجابة الفقرة، وفي هذه الدراسة سنحاول فحص أيّ الحالات التي يفضل فيها استخدام أيّ من طرق التعويض التي تعالج القيم المفقودة وأثرها في درجة القوة الإحصائية لكاي تربيع لجودة المطابقة.

4.1 أهداف الدراسة :

تهدف هذه الدراسة للكشف عن المقارنة بين فاعلية ثلاث طرق؛ لمعالجة القيم المفقودة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة من خلال التعرف على نسبة عدد الفقرات غير المطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة لكل طريقة من طرق معالجة القيم المفقودة الثلاث (تعويض الوسط، التعويض المتعدد، تعظيم التوقعات)، والتعرف على دلالة الفروق لنسبة عدد الفقرات غير المطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة باختلاف طرق معالجة القيم المفقودة (تعويض الوسط، التعويض المتعدد، تعظيم التوقعات).

5.1 حدود الدراسة:

1) اقتصرت هذه الدراسة على استخدام النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة.
2) اقتصرت هذه الدراسة على تناول ثلاث طرق من طرق معالجة القيم المفقودة القائمة على احتساب قيمة تعويضية وهي:(طريقة حساب القيمة التعويضية من خلال الوسط مستخدما اسلوب الوسط المتسلسل، طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة، طريقة خوارزمية تعظيم التوقعات).
3) تحديد أول عشر فقرات من كلّ مفحوص؛ حيث تم فقد (5%) من مجموع المفحوصين.
4) اقتصرت هذه الدراسة على أسلوب المحاكاة باستخدام البرنامج (WINGEN3).
5) اقتصرت هذه الدراسة على طول اختبار ثابت (50) فقرة بحجم عينة (1000) مفحوص.
6) اقتصرت هذه الدراسة على عشرين نموذجَ اختبار افتراضيٍّ ثنائي الاستجابة.
7) استخدام برمجية البيولوج (BILOG-MG3)

6.1 مفاهيم الدراسة:

1. **القيم المفقودة** (Missing Values): عدم الاستجابة عن بعض فقرات الاستبانة أو الاختبار، وتركها دون إجابة بصرف النظر عن سبب ذلك .
2. **القيمة التعويضية** (compensatory Value): هي القيمة التي يتم وضعها مكان القيمة المفقودة بعد معالجتها بإحدى طرق معالجة القيم المفقودة.
3. **كاي تربيع لجودة المطابقة :** طريقة إحصائية لا معلمية تستخدم لبيان مدى تطابق التكرارات الملاحظة (Observed) مع التكرارات المتوقعة (Expected) للقيم المفقودة موضوع الدراسة فى العينة الممثلة للمجتمع الأصلى.
4. **قوة الاختبار**(Power of test): تُعرّف على أنها مقياس لكفاءة الاختبار، وبالتالي لدقة الاستنتاج الإحصائي.
5. **تعويض الوسط** (Mean Impitation): طريقة لمعالجة القيم المفقودة قائمة على استبدال هذه القيم بقيم مقدرة من خلال؛ إمّا حساب الوسط الحسابي لاستجابات جميع المستجيبين على الفقرة، أو حساب المتوسط الحسابي للمستجيب الواحد من خلال استجاباته على جميع فقرات الاختبار، ويسمى هذا الأسلوب الوسط المتسلسل (Series Mean).
6. **طريقة حساب قيم تعويضية متعددة** (MI): طريقة لمعالجة القيم المفقودة يتم فيها استبدال كلّ قيمة مفقودة بمتوسط مجموعة القيم المختارة عشوائيا، وتتميز بأنها تقدم قيما تعويضية بأخطاء معيارية غير متحيزة في التحاليل الإحصائية.
7. **طريقة خوارزمية تعظيم التوقعات** (EM): إحدى طرق معالجة القيم المفقودة، وهي طريقة تكرارية تتمثل في خطوتين رئيسيتين هما: خطوة التوقع (E-step) وفيها يتم حساب التوقع للإحصائيات المحسوبة من البيانات المكتملة والواقعية وذلك للتوصل إلى التقديرات (θ) الحالية للمعالم، أما خطوة التعظيم (M-step) فهي تعمل على تعظيم وتكبير الاحتمال؛ حيث يتم فيها تحديث (Update) التقديرات للمعالم لتستخدم في التكرارات القادمة (أي في خطوة التوقع القادمة).

8. **إحصائي كاي تربيع:** هو اختبار إحصائي لا معلمي ذو اتجاه واحد نحو اليمين، ويعد توزيع احتمالي يعتمد في حساب القيمة الاحتمالية على القيمة الإحصائية المحسوبة، وما يميزه عدم تعامله مع الدرجات نفسها وإنّما يتعامل مع تكرارات الدرجات.
9. **عدم مطابقة الفقرة:** تكون الفقرة غير مطابقة إذا كانت الدلالة الإحصائية فيه أقل من(0.05)؛ أي في حالة رفض الفرضية الصفرية.

الفصل الثاني
الإطار النظري والدراسات السابقة

1.2 الإطار النظري:

تعتمد الأبحاث في مجال العلوم النفسية، والإجتماعية، والتربوية على طرق مختلفة لجمع البيانات، وفي الآونة الأخيرة تزايد الاهتمام في هذه البيانات، وبخاصة ذلك الجزء من البيانات غير الواضحة، أو المفقودة. فقد أشار آكوك (Acock, 2005) إلى أنّ هذا الجزء غالبا ما يتم إهماله أو إعطائه القدر القليل من الأهمية؛ وذلك لقصور الباحث في فهم المشكلة التي يتناولها، أو لعدم إدراكه كيفية التعامل مع هذه البيانات.

وبيّن ليتل و روبين (Little & Rubin,1987) أنّ البيانات التي يتم جمعها من إستجابات الأفراد تتأثر بشكل كبير؛ لعدم استجابة عدد منهم لعدد من فقرات أداة القياس بغض النظر عن سبب عدم الاستجابة، وهذا يؤدي إلى وجود قيم، أو بيانات مفقودة، وبالتالي الحصول على بيانات ناقصة تؤثر على فاعلية التفسيرات.

وهناك نوعين لعدم استجابة المفحوص، هما(Schmitt & Crocker, 1986):

1. عدم الاستجابة الكاملة : أيْ أنّ الفرد لم يستجيب على أيّ فقرة من فقرات الاختبار، ويحدث هذا النوع في حالتين : إمّا لعدم وجود المستجيب أو رفضه للمشاركة بسبب مخاوف حول سرية المعلومات، أو لأسباب تعيق تواجده كالحالة الصحية أو العمر.

2. عدم الاستجابة للفقرة: وهنا يكون المفحوص قد استجاب لبعض الفقرات وترك بعضها الآخر دون استجابة فأوجد بيانات جزئية مستجابة و أخرى جزئية غير مستجابة (قيم مفقودة). ويشمل هذا النوع : أولا: تخطي المستجيب للفقرات، أي تركها فارغة وذلك لعدم معرفته للإجابة لأيّ سبب كان، أو لعدم توفر الوقت الكافي للإجابة، أو لأنها تأخذ منه جهدا أكثر من اللازم للإجابة أو تخطاها بغير قصد، وثانيا: رفض بعض الأفراد الإجابة على بعض الفقرات؛ لأنها تعالج موضوعا حساسا، وثالثا: طول المقياس الذي

يسبب الإرهاق للمستجيب، ويؤثر على تركيزهم ومستوى استرجاع المعلومات لديهم؛ فظروف الاختبار تفرض نفسها أحيانا، وتؤثر على أفراد العينة فالبعض ينسحب والآخر يعتذر، أما رابعا: فبعض المستجيبين لا يستخدمون التخمين للفقرات عندما لا يستطيعون الإجابة عليها، وخامسا: قد تكون الفقرة المعروضة غير ملائمة للمستجيبين من حيث المضمون، أو لا تنطبق عليهم، وسادسا: نجد أنّ بعض المستجيبين يرفضون الإجابة على بعض الفقرات لأنّها تتعلق بقضايا خاصة بهم، وأخيرا القلق أثناء الاستجابة للفقرة أيْ الحالة التي يكون فيها الفرد في حالة اضطراب سببها الخوف من الفشل، والقلق الشديد قد يؤدي إلى تقليل التركيز أثناء تأدية المستجيب للمقياس.

والطريقة الأكثر ملاءمةً لمعالجة القيم المفقوة والتي يمكن تحديدها بالاعتماد على الكيفية التي تمَّت من خلالها عملية الفقد لبعض البيانات والتي تسمى آلية فقد القيم (Missing Values Mechanisms)؛ لذلك من الضروري التعرف على الآليات التي يتم من خلالها فقد القيم من مصفوفة البيانات الداخلية في التحليل؛ حيث قام كلّ من فيغاردو وزملائه وشيفر و جراهام (Figueredo ,Mcknight , Mcknight & Sidani, 2000; Schafer& Graham, 2002) بتقسيم آليات فقد القيم إلى ثلاثة أقسام هي:

أ- الفقد العشوائي بالكامل: (Missing Completely at Random (MCAR))

وتعني هذه الآلية بأن الفقد سببه الصدفة التامة، أي أنّ الفقد غير مرتبط بمتغيرات الدراسة، أو بالظروف التجريبية المتعلقة بالدراسة، فعدم الاستجابة عن إحدى فقرات المقياس يرافقه فقد أو عدم استجابة عن الفقرات الأخرى، والفقد بحسب هذه الآلية ليس له علاقة بخصائص الأفراد المشاركين. وهناك مجموعة من الاختبارات للتأكد من الفقد العشوائي الكامل كاختبار ليتل المتوفر في برنامج الرزمة الإحصائية للعلوم الإجتماعية (SPSS)، وذلك باختيار Missing Value Analysis من قائمة التحليل Analyze ثم تفعيل زر EM ويتم تحديد مستوى دلالة الفرضية الصفرية (مستوى المعنوية) من Descriptives؛ فإذا كان مستوى الدلالة لمجموعة من الفقرات sig(p-value) أكبر من

مستوى المعنوية فإن آلية فقد القيم من تلك الفقرات تعد فقد عشوائي بالكامل (MCAR) أمّا إذا كان العكس؛ فإن آلية الفقد تكون غير ذلك(Garson, 2015).

ب. الفقد العشوائي: ((Missing at Random (MAR)

فـي هـذه الآليـة يكـون السـبب فـي الفقـد متعلقـا بـالمتغيرات المشـاهدة، أو القابلـة للملاحظـة والمرتبطـة بمتغيرات الدراسـة بشكل عشوائي ومباشر؛ أي أنّ البيانـات المفقودة تتأثر بخصائص الأفراد ولا تتأثر بخصائص البيانات المفقودة، فمثلا فقرة يتعلق مضمونها بمقدار الدخل الشهري للفرد المستجيب، وكانت هذه الفقرة مفقودة (غير مجابة) من قبل بعض الأفراد المستجيبين؛ فإن السبب في الفقد في هذه الحالة لا يعزى للقيم الحقيقية للدّخل ،ولكن ربما يعزى لمتغير آخر كالمستوى التعليمي لهؤلاء المستجيبين الذين لم يقوموا بالإجابة عن تلك الفقرات وذلك؛ لأن الأفراد أصحاب المؤهلات العلمية العالية ربما يميلون لعدم الإفصاح أو الكشف عن مقدار دخولهم بالمقارنة مع الأفراد أصحاب المؤهلات العلمية المتدنية.

ج- الفقد غير القابل للتجاهل: (Non-Ignorable Non-Responses (NINR))

وتكون القيم المفقودة في هذه الحالة، ليس لها أي علاقة بالعشوائية؛ أي أن الفقد غير عشوائي((Missing Not at Random (MNAR)، وغير قابل للتنبؤ بها من المتغيرات الأخرى، ولكن القيم المفقودة تكون مرتبطة بمعالم الفقرة، أو بقدرة الأفراد المفحوصين (θ). بمعنى آخر أنّه عندما لم تتحقق ظروف العشوائية أو شروطها التي توفرت في الحالتين السابقتين؛ فإن الفقد يعتبر غير قابل للتجاهل وكمثال على هذه الحاله فإن الفقرة المتعلقة بمقدار الدخل للأفراد المستجيبين أو المشاركين في الدراسة، لم يقوموا بالإجابة عن هذه الفقرة، وذلك بسبب مستوى الدخل؛ حيث إنّ الأفراد ذوي الدخل المرتفع يفضلون عدم الإفصاح عن مقادير دخولهم مقارنة مع الافراد ذوي الدخول المتدنية.

وفي هذه الآلية يكون الفقد في القيم أمرا محتوما ويتعذر تجنبه، ويميل للحدوث عندما تكون العوامل المسببة للفقد مرتبطة بخصائص وصفات الأفراد المشاركين.

وبغض النظر عن نوع آلية فقد البيانات؛ فإن القيم المفقودة تخلق مشاكل في نتائج الدراسة وتفسيراتها. الأمر الذي تنبه له الباحثون في عملية التعامل معها، ومعالجتها بالشكل الأمثل.

أمّا الطريقة التي يمكن من خلالها معرفة القيم المفقودة، والتي تساعد في التوصل إلى الأسباب التي أدت إلى فقد هذه القيم فهي تعرف بالنمط. وميز ليتل وروبين (Little & Rubin, 2002) بين ثلاثة أنواع من أنماط فقد القيم: النمط الاعتباطي أو الافتراضي(Arbitrary Pattern) والنمط المطرد (Monotone Pattern)، والنمط وحيد التغير (Univariate Pattern)، وقد أشار الأدب السابق الى ست أنواع من أنماط فقد القيم هي:

1. **النمط الاعتباطي** (Arbitrary Pattern) **النمط العام** (General Pattern) :

النمط العام هو أكثر أنماط فقد البيانات شيوعا؛ حيث تكون القيم المفقودة مبعثرة ومنتشرة بشكل عشوائي فقد تكون فقرة واحدة، أو مجموعة من الفقرات لمجموعة من الأفراد بغض النظر عن ترتيبها وتسلسلها. والشكل (1) يبيّن عدم استجابة كل من المفحوص(1) و(2) و (N) عن الفقرة (Y_1)، ويبيّن أيضا عدم استجابة جميع المفحوصين على الفقرة (Y_p) ما عدا المفحوص (2) والمفحوص (N). (Enders, 2010)

ID	Y_1	Y_2	….	Y_P
1	MISSING			
2	MISSING			MISSING
3				
: :		MISSING	MISSING	
N	MISSING			MISSING

شكل رقم (1)

النمط الاعتباطي

حيث إنّ :

ID: تمثل الافراد المفحوصين والمخصصة بالأرقام 1، 2، 3، ...، N.

Y: تمثل الفقرات ($Y_1, Y_2, \ldots, Y_P$ تمثل أرقام فقرات)

2. **النمط المطرد** (Monotone Pattern):

هذا النمط يشبه الدرج، حيث يكون ترتيب كلّ من الأفراد والفقرات على صعوبة الفقرات، وتتزايد البيانات المفقودة للفقرات بازدياد صعوبة الفقرات؛ فإذا كانت إحدى الفقرات لمفحوص مفقودة؛ فإن الفقرات التي تليها مفقودة هي الأخرى لنفس المفحوص. والشكل (2) يبيّن ذلك.

ID	Y_1	Y_2	Y_3	....	Y_P
1					
2					
3					MISSING
: :			 MISSING	MISSING MISSING	MISSING MISSING
N		MISSING	MISSING	MISSING	MISSING

شكل رقم (2)

النمط المطرد

3.النمط وحيد المتغير (Univariate Pattern) :

يحدث هذا في الدراسات التجريبية حيث تكون الفقرات المفقودة خاصة بفقرة واحدة من فقرات المقياس؛ أي يوجد عدد من المفحوصين لم يستجيبوا لمثل هذه الفقرة، أمّا باقي الفقرات تحوي بيانات كاملة، ويعد هذا النمط من أقدم مشاكل البيانات المفقودة. والشكل (3) يبيّن عدم استجابه معظم المفحوصين على الفقرة (Y_2).بينما أجابوا على باقي الفقرات.

ID	Y1	Y2	….	YP
1				
2		MISSING		
3		MISSING		
: :		MISSING MISSING		
N		MISSING		

شكل رقم (3)

النمط وحيد المتغير

4.نمط وحدة عدم الاستجابة (Unit Nonresponse Pattern):

هذا النمط في الغالب يحدث في البحوث المسحية، ويتضمن عدم استجابة بعض المفحوصين عن بعض الفقرات والاستجابة على باقي الفقرات الأخرى. والشكل (4) يبيّن عدم استجابة كل من المفحوص (2) و (3) على الفقرة (Y_1) في حين تم الإجابة عن باقي الفقرات من قبل جميع المفحوصين.

ID	Y1	Y2	….	YP
1				
2	MISSING			
3	MISSING			
: :				
N				

شكل رقم (4)

نمط وحدة عدم الاستجابة

5. نمط البيانات المفقودة المخطط لها (Planned Missing Data Pattern) :

هذا النمط ذو فائدة عند جمع بيانات مقياس يتضمن عدد كبير من الفقرات؛ حيث يتم التخطيط لهذا الفقد من قبل الباحثين عند عملية جمع البيانات وتجهيز أدوات الدراسة، فتقسم فقرات المقياس إلى ثلاثة أجزاء مثلا وتشكل ثلاث صور للمقياس كل صورة تحوي

علـى جـزء معـين؛ أي أن هـذا الـنمط يتوافـق مـع تصـميم الاسـتبيان ثلاثـي الشـكل الـذي حددها جراهام، هوفر، وماكينون (1996). والشكل (5) يبين ذلك. حيث (Y_1) الجزء الأول و(Y_2) الجزء الثاني و (Y_3) الجزء الثالث. (Enders, 2010)

ID	Y1	Y2	Y3
1	MISSING		
2	MISSING		
3		MISSING	
4		MISSING	
5			MISSING
6			MISSING

شكل رقم (5)

نمط البيانات المفقودة المخطط لها

6.نمط المتغير الكامن(Latent Variable Patten) :

إنّ هـذا الـنمط فريـد مـن نوعـه لمتغيـر كـامن، ومثيـر للاهتمـام؛ لأن قـيم المتغيـرات الكامنـة مفقـودة بالنسـبة للعينـة بأكملهـا؛ حيـثُ تُفقـد البيانـات لجميـع المفحوصـين بسـبب متغيـر كـامن، وهـذا النـوع لـيس مـن الضـروري عرضـه كمشـكلة فقـد بيانـات فـي نمـاذج التحليـل؛ حيـث تبنـى البـاحثون خوارزميـات (Algorithms) لفقـد البيانـات لتقـدير هـذه النماذج. والشكل (6) يبيّن ذلك. (Enders, 2010)

ID	Y1	Y2	….	YP
1		MISSING		
2		MISSING		
3		MISSING		
:		MISSING		
N		MISSING		

شكل رقم (6)

نمط المتغير الكامن

وقد يتعذر تجنب مشكلة القيم المفقودة في جميع البحوث والدراسات التي تتطلب تجميع البيانات وتحليلها؛ حيث زاد مؤخرا الاهتمام بموضوع التعامل مع القيم المفقودة كما تقدمت وتطورت الأساليب والإجراءات الإحصائية التي تعالج البيانات المفقودة وما ينتج عنها من مشاكل وتحيزات تسببها الاختلاف بين البيانات الكاملة والبيانات غير الكاملة والتي تتضمن قيما مفقودة، وتسبب مشاكل أخرى كفقدان الكفاءة والفاعلية لبيانات الدراسة وتأثيرها على قوة الاختبار (Test Power)، وأيجاد صعوبات وتعقيدات في عمليات معالجة البيانات وتحليلها (Nicholas & Stuart, 2001). وهناك العديد من الطرق التي تعالج القيم الفقودة، والتي تتم قبل البدء بعملية تحليل البيانات. ويمكن تصنيف هذه الطرق إلى مجموعتين: إحداهما تقوم على الحذف والأخرى تقوم على احتساب قيم بديلة للقيم المفقودة.

أولاً: طرق قائمة على الحذف (Methods Depends on Deletion)

تعد الطرق القائمة على الحذف من أقدم وأشهر طرق معالجة البيانات المفقودة يتم من خلالها إعطاء البيانات صفة الاكتمال، ولكن من سلبيات هذه الطرق بأنها غالبا ما تعطي نتائج متحيزة وغير موثوقة وتشمل:

أ- طريقة إعادة الوزن:(Reweighting Technique)

تستخدم هذه الطريقة لتقليل التحيزات، وذلك بحذف البيانات التي تتضمن قيماً مفقودة والتخلص منها، وإعطاء أوزان للفقرات المستجابة سواء أكانت هذه الاستجابة صائبة أم خاطئة.

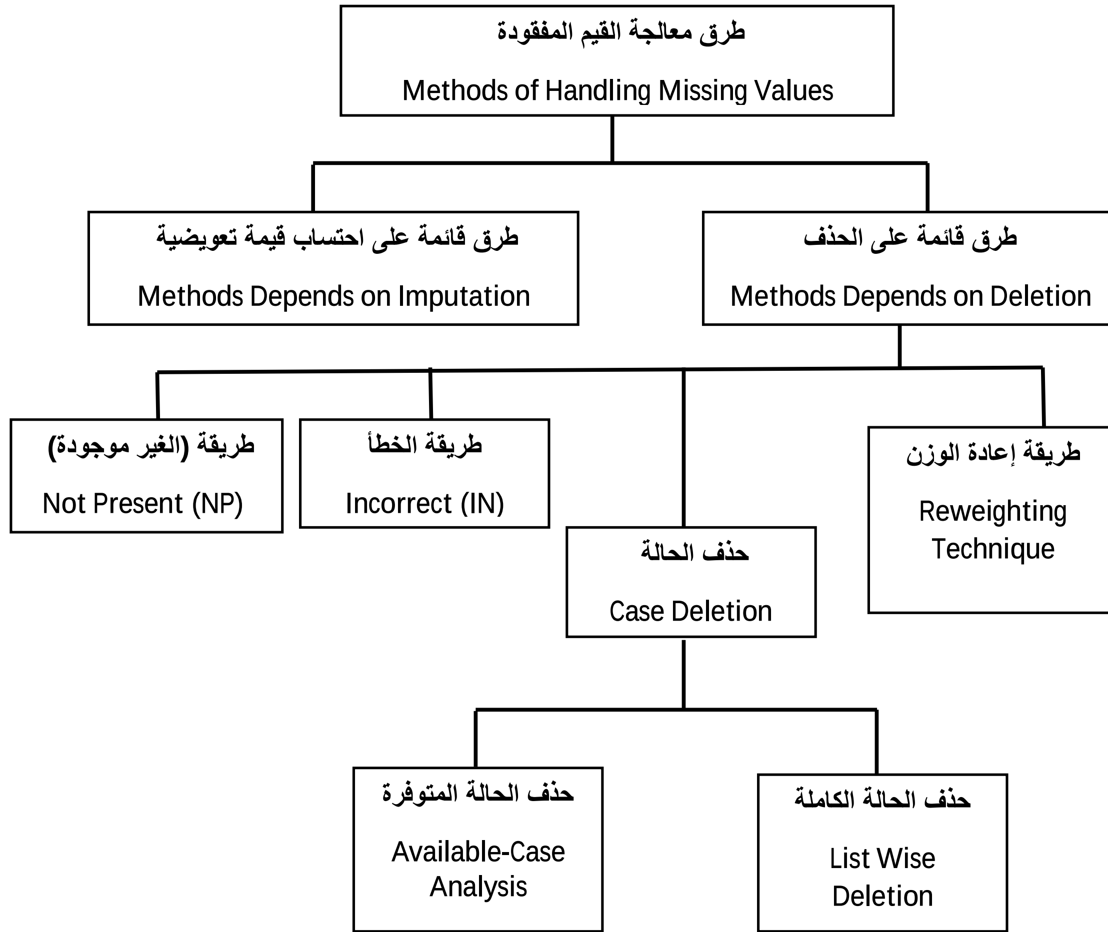
ب- طريقة الفقرة غير المجابة على أنها خاطئة (طريقة الخطأ)(IN)(Incorrect) :

تتعامل هذه الطريقة مع الفقرة المفقودة باعتبارها خاطئة سواء في نتيجة الاختبار، أو في تقدير معالم الفقرات، أو في تقدير قدرات الأفراد، وتدخل برنامج التحليل على أنها إجابة (خطأ)، وتأخذ القيمة (صفر)، وتساهم هذه الفقرات المفقودة في إعطاء التقديرات لمعالم الفقرات وكذلك لقدرات الأفراد.

ج- وطريقة (الغير موجودة)(NP)(Not Present):

إن تحديد وقت الاختبار هو السبب في وجود الفقرات المفقودة أو التي لم يصل إليها الفرد ولم يتمكن من الإجابة عنها، وعليه فإن هذه الفقرات يتم إهمالها وعدم إدخالها ضمن تقديرات المعالم للفقرات وكذلك للمستجيبين(Pigott, 2001). حيث يتعامل برنامج التحليل مع الفقرات المفقودة في هذه الطريقة وكأنها غير موجودة، أي كأن المستجيب لم يأخذ فرصته في الإجابة عنها.

د- طريقة حذف الحالة (Case Deletion) وتصنف هذه الحالة إلى أسلوبين أوطريقتين هما: طريقة حذف الحالة بالكامل(List Wise Deletion)، وطريقة حذف الحالة المتوفرة (Available-Case Analysis) ويتم التمييز بين هاتين الطريقتين اعتمادا على نوع التحليل، فإذا كان المطلوب إيجاد تحليل الإنحدار المتعدد أو ايجاد تحليل التباين، فإن الطريقة المستخدمة هي تحليل الحالة الكاملة، فهي تحلل المفحوصين الذين لديهم استجابات كاملة على جميع الفقرات، وتسمى أيضا List-wise deletion لأنها تزيل وتتخلص من المفحوصين الذين لديهم إستجابات ناقصة على الفقرات. أما إذا كان المطلوب إيجاد الإرتباط بين متغيرين فإن الطريقة المستخدمة هي: تحليل الحالة المتوفرة وتسمى بِ (Pair-wise deletion) لأنه يتم التخلص من المفحوصين الذين لديهم إستجابات مفقودة على كلا المتغيرين، وتسمى أيضا (Pair-wise inclusion) لأنه يتم إدراج المفحوصين الذين لديهم الإستجابات على كلا المتغيرين (Little & Rubin, 1987). و الشكل (7) توضيحي من الباحثة.

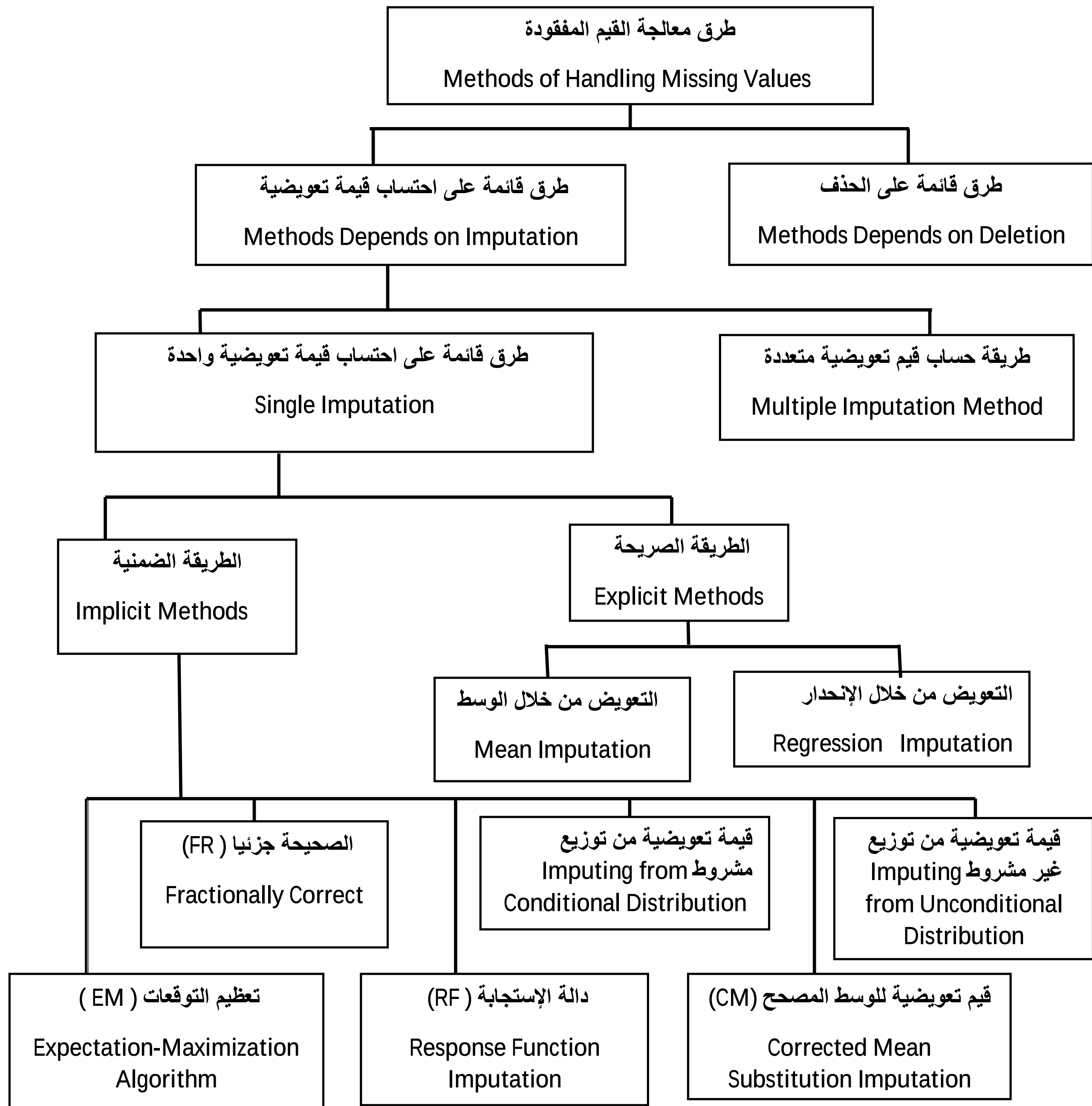


شكل رقم (7)

طرق المعالجة للقيم المفقودة وما يندرج تحت الطرق القائمة على الحذف

ثانيا: طرق قائمة على احتساب قيمة تعويضية: (Methods Depends on Imputation)

تعتمد الطرق القائمة على احتساب قيمة تعويضية على التقدير (Estimation) وتعويضها بدلا من القيم المفقودة. وتم تصنيفها إلى طرق قائمة على احتساب قيمة تعويضية واحدة وطريقة حساب قيم تعويضية متعددة. والشكل (8) توضيحي من الباحثة



شكل رقم (8)

طرق المعالجة للقيم المفقودة وما يندرج تحت الطرق القائمة على احتساب قيمة تعويضية

وفيما يلي توضيح لما جاء في الشكل (8).

أولا: الطرق القائمة على احتساب قيمة تعويضية واحدة:

وتصنف إلى فئتين هما:

1) **الطرق الصريحة أو الواضحة** (Explicit Methods) :

وهي طرق قائمة على إجراءات إحصائية وقد أشار (Little & Rubin, 2002) إلى عملية إستبدال القيم المفقودة بقيم مقدرة وهي:

أ- **حساب قيمة تعويضية من خلال الانحدار** (Regression Imputation) :

وتستخدم هذه الطريقة لتقدير القيم التي سيتم تعويضها بدلا من القيم المفقودة وذلك من خلال عمل معادلة انحدار لكلّ فقرة فيها بيانات مفقودة والقيم المتنبأ بها من معادلة الانحدار المستخرجة ($\hat{Y} = aX + b$) تستخدم لاستبدال القيم المفقودة؛ حيث ($\hat{Y}$) المتغير الذي يحتوي على قيم مفقودة ويعامل على أنّه متغير تابع، أمّا (X) فيعتبر متغير مستقل ،وهذا المتغير لا يحتوي قيما مفقودة.

ب-**حساب قيمة تعويضية من خلال الوسط** (Mean Imputation) :

ويتم في هذه الطريقة حساب القيم التعويضية للقيم المفقودة بأُسلوبين: الأول حساب الوسط الحسابي لاستجابات جميع المستجيبين على الفقرة وتعويض هذه القيمة بدلا من جميع القيم المفقودة؛ ليتم الحفاظ على متوسط المتغير، ولكنها تُخفّض من التباين وتفسد الارتباطات والتباينات المشتركة مع المتغيرات الأخرى. أمّا الأسلوب الثاني فيتم حساب المتوسط الحسابي للمستجيب الواحد من خلال استجاباته على جميع فقرات الاختبار ثم تعويض هذا الرقم (المتوسط) بدلاً من جميع الفقرات المفقودة لهذا المستجيب، ويعد هذا الأسلوب أكثر قبولاً وملاءمةً من الأسلوب الأول، ويسمى الوسط المتسلسل (Series Mean)

2) **الطرق الضمنية** (Implicit Methods) :

في هذه الطريقة يتم الاعتماد على أفراد العينة واحتساب قيمة تعويضية للبيانات المفقودة من خلالها، و تشمل الطرق الآتية:

1. **حساب قيمة تعويضية من توزيع غير مشروط** (Imputing from Unconditional Distribution) :

وفي هذه الطريقة يتم احتساب قيمة تعويضية للقيم المفقودة للمفحوص من خلال اختيار قيمة بشكل عشوائي من الاستجابات الموجودة على الفقرة للمفحوصين وتسمى أيضا (Hot Deck).

2. **حساب قيمة تعويضية من توزيع مشروط (** Imputing from Conditional Distribution**)** :

يتم تكوين معادلة انحدار لكل فقرة أو عدة معادلات بطرق مختلفة لنفس الفقرة، ثم يتم اختيار معادلة عشوائيا من هذه المعادلات التي يتم تكوينها، وبوساطتها نحصل على تقدير للقيم المفقودة. وبهذا تكون هذه الطريقة مزجت بين الانحدار والاختيار العشوائي.

3. **الطريقة الصحيحة جزئيا(**Fractionally Correct**):**

وتتعامل هذه الطريقة مع الفقرة المفقودة كأنها صحيحة جزئيا في حالة استخدام النموذج الثلاثي المعلمة (3PL)؛ بمعنى أنّه عندما يكون عدد بدائل الفقرة أربعة بدائل وتكون الدرجة المخصصة للفقرة ذات الإجابة الصحيحة هي درجة واحدة فإن القيمة التي سيتم تعويضها بدلا من القيمة المفقودة والتي سيتم اعتبارها صحيحة جزئيا وفقا لهذه الطريقة هي (0.25) أي(قسمة علامة الفقرة المفقودة على عدد بدائلها)، ثم يتم تعويض القيم المفقودة لجميع الفقرات المفقودة في الاختبار وفق هذه الآلية.

4. **طريقة دالة الاستجابة** (Response Function Imputation**):**

وفي هذه الطريقة يتم تعويض القيم المفقودة للمفحوص من نفس استجاباته، ولا تتأثر استجابات المفحوص باستجابات مفحوص آخر ولا علاقة بينهما فإذا تم تغيير أيّ من الفقرات لمفحوص معين فهذا لا يؤثر على مفحوص آخر؛ فهو لا يعتمد على المتوسطات الحسابية للفقرات ولا يفترض وجود معالم للفقرة ولا يحاول تقديرها. وإنما يفترض وجود معلمة قدرة (θ). ويتم التعويض للقيمة

المفقودة للفقرة (j) الخاصة بالمفحوص (i) بالاعتماد على استجابات الفقرات الكاملة للمفحوص نفسه وذلك من خلال:

- حساب المتوسط الحسابي للمفحوص (i) باستخدام المعادلة :

$$PM_i = \frac{\sum_{j=1}^{J} X_{ij}}{J_i}$$

حيثُ :

PM_i: المتوسط الحسابي للمفحوص.

X_{ij} : استجابة المفحوص (i) على الفقرة (j) بحيث (X_{ij}) ليست مفقودة

J_i: عدد الفقرات المستجاب عليها للمفحوص i.

J : العدد الكلّي لفقرات الاختبار

- إيجاد القيمة المتبقية، أو خلاصة العلامة (Rest Score) والتي يرمز لها بالرمز ($\hat{R}(-j)i$)، والتي يمكن حسابها من خلال المعادلة:

$$\hat{R}(-j)\, i = PM i\ (J-1)$$

ولتعبئة الفقرات المفقودة لكل فرد يتم ايجاد المتوسط الحسابي لجميع القيم المتبقية للمستجيبين، ومقارنة الناتج بقيم ($\hat{R}(-j)i$)؛ فإذا كانت قيمة ($\hat{R}(-j)i$) لمستجيب ما أكبر من أو تساوي قيمة المتوسط الحسابي لجميع القيم المتبقية للمستجيبين فإننا سنعطي القيمة الفقودة لذلك المستجيب نمط الاستجابة (1) وعدا ذلك نعطي نمط استجابة (0). الدرابسة (2012).

وسيتم توضيح الخطوات السابقة في الجدول (1) بمثال توضيحي من الباحثة؛ حيث قيمة المتوسط الحسابي لجميع القيم المتبقية للمستجيبين تساوي (30.1109)، و(99) القيمة المفقودة.

الجدول رقم (1)

خطوات طريقة دالة الاستجابة

ID	i48	i49	i50	1-Ji	Ji	ΣXij	Pmi	R(-j)i=pmi*49	30.110947-R(-j)i	
5	0	0	1	4	46	19	0.413043	20.239130	9.871817	1
6	1	1	1	2	48	47	0.979167	47.979167	-17.868219	0
7	0	0	1	4	46	32	0.695652	34.086955	-3.976009	0
8	1	1	1	0	50	39	0.78	38.22	-8.109053	0
9	0	99	1	3	47	30	0.765957	37.531893	-7.420946	0
10	0	1	1	1	49	35	0.714286	35	-4.889053	0
11	0	0	99	2	48	20	0.5	24.5	5.610947	1

5. طريقة حساب قيمة تعويضية للوسط المُصحح للفقرة (Corrected Mean Substitution Imputation**):**

يتم من خلال هذه الطريقة تعويض القيم المفقودة للمفحوص من نفس استجاباته، أو من استجابات المفحوصين في نفس الاختبار(Bernaards & Sijtsma, 2000)؛ حيث يتم في هذه الطريقة وكما هو موضح في الجدول (2) كمثال توضيحي من الباحثة.

الجدول رقم (2)

خطوات طريقة حساب قيمة تعويضية للوسط المُصحح للفقرة

ID	...	Im49	Im50	∑IM	1/#Obs	∑IM *1/#Obs	pmi	Pmi/(∑IM *1/#Obs)
5	...	0.60316	0.80962	28.25127	0.021739	0.614154359	0.413	0.672469379
6	...	0.60316	0.80962	29.49339	0.020833	0.614435794	0.9792	1.593657156
7	...	0.60316	0.80962	28.33604	0.021739	0.615997174	0.6957	1.129388299
8	...	0.60316	0.80962	30.72629	0.02	0.6145258	0.78	1.269271363
9	...	0	0.80962	28.78812	0.021277	0.612524829	0.6596	1.076854306
10	...	0.60316	0.80962	29.94712	0.020408	0.611160825	0.7143	1.168759467
11	...	0.60316	0	29.14614	0.020833	0.607201535	0.4375	0.720518601

- حساب المتوسط الحسابي للمفحوص (i) باستخدام المعادلة :

$$PM_i = \frac{\sum_{j=1}^{J} X_{ij}}{J_i}$$

- حساب المتوسط الحسابي للفقرة باستخدام المعادلة التالية:

$$IM_j = \frac{\sum_{i=1}^{I} X_{ij}}{I_j}$$

حيثُ:

IM_j : المتوسط الحسابي للفقرة

I_j : عدد المفحوصين الذين ليس لديهم استجابات مفقودة على الفقرة (j)

I : عدد المفحوصين

- ثم يتم حساب القيمة($\hat{x}_{ij}$) باستخدام المعادلة:

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_j \left[\frac{\sum_{j\in obs(i)} x_{ij}}{\sum_{j\in obs(i)} \bar{x}_{ij}}\right]$$

$$\hat{x}_{ij} = IM_j \left[\frac{PM_i}{\frac{1}{\#obs(i)} \sum_{j\in obs(i)} IM_j}\right]$$

حيثُ :

$\hat{x}_{ij}$: القيمة التي سيتم تعويضها للمفحوص (i) بالنسبة للفقرة (j).

IM_j : متوسط الاستجابات غير المفقودة على الفقرة (j) لجميع المفحوصين.

$\#obs(i)$: عدد الاستجابات غير المفقودة للمفحوص (i) على الفقرة.

PM_i : المتوسط الحسابي لاستجابات المفحوص (i) على جميع الفقرات غير المفقودة.

ويرى بيرنارذز وسيجسما (Bernaards & Sijtsma, 2000) بأنّ القيمة التي سوف تظهر بين الأقواس في المعادلة قد تكون أكبر من واحد صحيح بالنسبة للمفحوص الذي متوسطه الحسابي أعلى من متوسط الاختبار، وقد تكون أقل من واحد صحيح بالنسبة

للمفحوص الذي متوسطه الحسابي أقل من متوسط الاختبار، وهذا يأخذ في الاعتبار الأداء النسبي للمفحوص من خلال حساب قيمة تعويضية أعلى للأداء فوق المتوسط، وحساب قيمة تعويضية أقل للأداء دون المتوسط.

6.طريقة خوارزمية تعظيم التوقعات (Expectation-Maximization Algorithm**)** **(**EM**):**

إحدى الطرق المهمة لتقدير البيانات المفقودة، وأكثرها استخداما. وللحصول على تقديرات للقيم المفقودة باستخدام طريقة تعظيم التوقعات(Little & Rubin, 1987)، يجب المرور بخطوتين رئيسيتين هما: خطوة التوقع (Expectation)، وخطوة التعظيم (Maximization)، تتضمن هذه الطريقة مجموعة من العمليات المتكررة التي تتراوح بين هاتين الخطوتين.

الخطوة الأولى وهي خطوة التوقع (E-step) وفيها يتم تقدير ابتدائي لمصفوفة التباين المشترك (Covariance Matrix)، ويستخدم إحدى طرق الحذف لإيجاد هذا التقدير، وتحسب القيمة التعويضية من خلال استخدام طريقة الانحدار الخطي لتقدير القيم المفقودة في هذه الخطوة. أما عملية التعويض في معادلة خط الانحدار فتعطي نقاط على خط الانحدار فقط، وهذا يدل على عدم وجود بواقي كالتي تظهر في حالة الانحدار العادي والتي تكون فيها النقاط على جانبي الخط إضافة إلى النقاط التي تقع على الخط مباشرة. والتي تؤثر في حساب قوة الارتباط بين المتغيرين معاً، أمّا مشكلة وجود البواقي فيمكن حلها بإضافة بواقي والتي يمكن إضافتها من خلال الخطأ المحسوب في خط الانحدار المبني على البيانات الأصلية بعد استثناء المفقود منها.

أمّا الخطوة الثانية فهي خطوة التعظيم (M-step) وهي عملية فيها يتم بناء مصفوفة جديدة (مصفوفة التباين المشترك الجديدة) من خلال إجراء تحديث (Update) على مصفوفة البيانات المشتركة باستخدام البيانات المحسوبة في الخطوة السابقة، ثم يتم تطبيق خطوة التوقع من جديد على المصفوفة الجديدة، وتتكرر هذه العملية ليتولد تقديرات جديدة للقيم المفقودة، ومن ثم يتم تكرار خطوتي التوقع والتعظيم بشكل مستمر حتى يتم الحصول على مصفوفتين قريبتين من بعضهما البعض بحيث يكون الفارق بينهما قليلا.

فالمصفوفة الأخيرة هي مصفوفة تعظيم التوقعات حيثُ يمكن تحويلها إلى مصفوفة ارتباط لملاحظة الخطأ المعياري وفحص التباين المشترك.

ثانياً: طريقة حساب قيم تعويضية متعددة (Method Multiple Imputation**)** (MI) :

تم اقتراح هذه الطريقة لأول مرة من قبل روبين (Rubin, 1987) فقد تم تطويرها كبديل للأساليب القديمة، وفيه يتم استبدال كلّ قيمة مفقودة بمتوسط مجموعة من القيم المختارة عشوائيا، لذلك ينظر إليها على أنها تقدم قيما تعويضية بأخطاء معيارية غير متحيزة في التحليل الإحصائي، وهذا ما يميزها عن طرق حساب القيمة التعويضية الواحدة.

ولخص ليتل وروبين(Little & Rubin, 2002) هذه الطريقة في ثلاث خطوات (Phases) متسلسلة هي: خطوة التعويض وخطوة التحليل وخطوة التجميع .

ففي خطوة التعويض (Imputation) لكل قيمة مفقودة يتم حساب مجموعة من القيم التعويضية بمقدار (D) من المرات؛ وذلك حسب الفاعلية التي نريدها ونسبة الفقد.

وفي خطوة التحليل (Analysis) يتم إيجاد عدد مرات القيم التعويضية باستخدام الانحدار ولكلّ قيمة مفقودة. وأخيراً خطوة التجميع (Pooling) ويتم فيها إيجاد الوسط الحسابي لجميع التقديرات الأولية للقيمة المفقودة؛ حيثُ يمكن جمع نتائج حسابات القيم المنفصلة بقيمة واحدة باستخدام العلاقة الآتية:

$$\bar{Y}* = \frac{\sum_{d=1}^{D} Y_*^{(d)}}{D}$$

حيث : $\{d= 1,2,\ldots,D\}$

$Y_*^{(d)}$: تقدير أولي للقيم المفقودة

$\bar{Y}*$: الوسط الحسابي لجميع التقديرات الأولية للقيمة المفقودة وهي التي سيتم تعويضها.

يمكن توفير معلومات عن دقة حساب قيمة تعويضية من خلال الوسط الحسابي والتباين. ويتكون تباين هذه التقديرات من ثلاثة أجزاء:

أ) التباين بين القيم التعويضية (B)، ويعبر عنه كما يلي:

$$B = \sum_{d=1}^{D} \left(Y_*^{(d)} - \bar{Y} *\right)^2$$

ب) التباين داخل القيم التعويضية ($\bar{U}$ *)، ويعبر عنه كما يلي:

$$\bar{U} *= \frac{\sum_{d=1}^{D} U_*^{(d)}}{D}$$

حيث:

($U_*^{(d)}$) : التباين الأولي بالاعتماد على تقدير ($Y_*^{(d)}$)

($\bar{U}$ *) : الوسط الحسابي للتباين المقدر عبر القيم التعويضية (D).

ج) حساب التباين الكلّي يكون حسب المعادلة:

$$T * = \bar{U} * + (1 + D^{-1})B$$

وأمّا حساب كفاءةِ وفاعليه التعويض المتعدد؛ فيتم من خلال جداول معدة لذلك تتضمن نسبة الفقد وعدد مرات التعويض.

كاي تربيع : Chi-Square

وبعد توضيح أهمية الفقد وطرق معالجتها لابد من التعرف إلى كاي تربيع وتطبيقاته حيث يعتبر توزيع كاي تربيع أحد أشهر وأهم الأدوات الإحصائية المستخدمة في تحليل الظواهر الاجتماعية سواءً الوصفية منها أم غير الوصفية فمعظم الدراسات والأبحاث السياسية التي تنتهج الأسلوب الكمي أو السلوكي لا تخلو من تطبيق أو استخدام هذا الأسلوب في التحليل الإحصائي (توزيع χ^2، د.ت.).

فمربع كاي يعد توزيع احتمالي مستمر يعتمد حساب القيمة الاحتمالية على القيمة الإحصائية المحسوبة، ويعد أحد الاختبارات الإحصائية غير المعلمية (Nonparametric) (اللابارامترية) التي لا تعتمد على طبيعة التوزيعات التي تتبعها البيانات؛ فهو اختبار موجب يبدأ من الصفر ويستمر إلى مالانهاية؛ أيْ ذو اتجاه واحد نحو اليمين، ويحوي جداول إحصائية للتوزيع كباقي الاختبارات اللامعلمية التي تعطي قيم مختلفة عند مختلف درجات الحرية، وما يميز هذا التوزيع أنّه يتعامل مع تكرارات الدرجات وليس الدرجات

نفسها و يمكن التوصل باستخدامه إلى استنتاجات بشأن المجتمع (أو خصائص المجتمع) في ضوء العينة بغض النظر عن نوع التوزيع لذلك المجتمع؛ حيث إنّه يُستخدم عندما تتوفر بيانات عن الظاهرة في شكل تكرارات تسمى التكرارات المشاهدة (Observed Frequencies) (أي التكرارات التي حصل عليها الباحث باستخدام منهج البحث الملائم سواءٌ عن طريق الملاحظة أم التجريب) ومقارنتها بالتكرارات المتوقعة (Expected Frequencies)(وهي تكرارات قائمة على افتراض من الباحث على أساس معين يحدده، أو تأمُّل نظري مستقل عن البيانات التي حصل عليها الباحث) (توزيع χ^2، د.ت.).

وقد أوضح الهوبي (2014) أنه إذا كانت الفروق بين التكرارات المشاهدة والتكرارات المتوقعة قليل فإنه بالإمكان الاستدلال أنّ التكرارات المشاهدة تتفق مع التكرارات المتوقعة ويدل ذلك على قوة التطابق. أمّا زيادة قيمة (χ^2) فتعني ضعف التطابق بين التكرارات المشاهدة والمتوقعة، وهذا يعني أن قيمة (χ^2) تكبر كلّما كبرت الفروق بينهما وبالتالي رفض التوزيع المفترض، وإذا كان(χ^2) يؤول إلى الصفر؛ فهذا يدل على وجود تطابق كامل بين التكرارات المشاهدة والتكرارات المتوقعة. أمّا بالنسبة للمقياس الذي يحدد إلى أيّ مدى تتفق التكرارات المشاهدة مع المتوقعة فهو (χ^2)(توزيع χ^2، د.ت.):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$$

حيث:

O_i: عدد المشاهدات الحقيقية

e_i : عدد المشاهدات المتوقعة

k : عدد الفئات أو الخلايا

ولتوزيع مربع كاي استخدامات كثيرة منها (الهوبي، 2014):

1) اختبار قيمة تباين مجتمع طبيعي التوزيع.

2) اختبار حسن المطابقة (توفيق البيانات).

3) اختبار الاستقلالية.

4) اختبار تجانس عدة تقديرات مستقلة لتباين المجتمع الطبيعي.

5) اختبار معامل الارتباط.

6) إيجاد فترات الثقة لتباين المجتمع.

أمّا التطبيقات المعروفة أو الرئيسية لتوزيع (χ^2) فهي: اختبار جودة التوفيق واختبار الاستقلال و اختبار التجانس (أو التماثل) (توزيع χ^2، د.ت.).

اختبار جودة المطابقة: (Goodness-of Fit Test)

فقد تمكن العالم الإنجليزي كارل بيرسون(1900م) من اشتقاق واحد من أقدم وأهم استخدامات توزيع كاي تربيع، ألا إنّه اختبار حسن المطابقة (منشي، و الدهام، د.ت.) وهو من الاختبارات اللامعلمية للعينة الواحدة وتتلخص فكرة الاختبار في مقارنة عدد المشاهدات (O_i) التي تسجَّل من خلال التجربة مع عدد المشاهدات المتوقع (e_i) في حالة صحة الفرضية الصفرية.

و يستخدم اختبار جودة المطابقة (التوافق) عندما تكون البيانات إسمية، أو على شكل تكرارات. ويقصد بجودة المطابقة هنا دراسة مدى تشابه تكرارات العينة والتي تسمى عادة بالتكرارات الملاحظة (أو المشاهدة) مع التكرارات المتوقعة للمتغير موضوع الدراسة فى المجتمع الأصلى (**الإحصاء الاجتماعي**). و يستخدم أيضا هذا الاختبار في انتماء متغير عشوائي معين يتبع توزيع احتمالي معين كالتوزيع الطبيعي أو توزيع ذي الحدين (الهوبي، 2014)؛ حيث يُعد هذا الاختبار امتداد لاختبار ذي الحدين. وتقوم فكرته على المقارنة بين عدد المشاهدات (O_i) التي يتم تسجيلها من خلال التجربة وعدد المشاهدات المتوقعة (e_i) في حالة اختبار مدى صحة الفرضية. ويكون المعيار المستخدم في هذا الاختبار أو المقياس الذي يحدد إلى أيّ مدى تتفق التكرارات المشاهدة مع التكرارات المتوقعة هو: (الهوبي، 2014)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i} \sim \chi^2((k-1)-r)$$

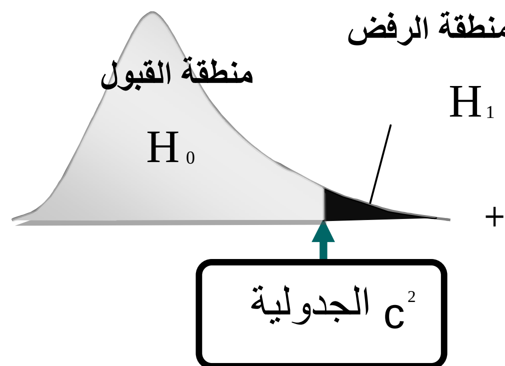
حيث:

r: عدد المعالم المجهولة

$e_i = np_i$: حيث (n) عدد مرات إجراء التجربة (عدد أفراد العينة) و (p) احتمالية الإجابة بشكل صحيح على كل عينة مستقلة.

k-1 : درجات الحرية ((df) degrees of freedom)، حيث (k)عدد العينات المستقلة من عينة حجمها (n)(عدد الفئات أو الخلايا).

وبعد حساب المعيار يتم مقارنة القيمتين: القيمة الحرجة وقيمة المعيار(خضر، 2013)؛ فإذا كانت القيمة الحرجة أكبر من قيمة المعيار؛ أي أن المعيار يقع قي منطقة القبول، فإننا نقبل فرض العدم (H_0)، أمّا إذا كانت قيمة المعيار أكبر، فإننا نرفض فرض العدم ونقبل الفرض البديل. ويبيّن الشكل (9) منطقة رفض وقبول الفرض العدمي لاختبار كاي تربيع لجودة المطابقة



شكل رقم (9)

توزيع كاي تربيع لجودة المطابقة

حيث أن:

منطقة القبول: أي قبول الفرضية الصفرية أو الفرض العدمي **و** تبدأ من الصفر وحتى القيمة$\chi^2_{\alpha,k-1}$ ، والتي نحصل عليها من جدول كا^2 عند مستوى معنوية يساوي α ودرجات حرية تساوي K – I.

H_0 : (Null Hypothesis): الفرض الصفري: هو فرض رياضي، وينص عادةً على عدم وجود علاقات أو فروق ذات دلالة احصائية بين متغيرات الفرض؛ أي أنّ المتغير المستقل لا يؤثر في المتغير التابع.

منطقة الرفض : أي قبول الفرض البديل و تشمل القيم التي أكبر من $\chi^2_{\alpha,k-1}$.

H_1 : (Alternative Hypothesis) : **الفرض البديل:** وهو الفرض البديل عن الفرض الصفري ويرى فيه الباحث عكس ما ورد في الفرض الصفري، أي أن المتغير المستقل يؤثر في المتغير التابع؛ حيث إنّه يستند إلى معطيات معلومات سابقة.

c^2 **الجدولية (القيمة الحرجة)** ($\chi^2_{\alpha,k-1}$): وهي قيمة التوزيع الاحتمالي التي تفصل بين منطقة القبول ومنطقة الرفض ويتم إيجادها من جدول خاص بتوزيع كاي تربيع c^2 بدرجة حرية k-1 (صفوف الجدول)، ومستوى معنوي يحدد قيمته الباحث و يرمز له بالرمز α (أعمدة الجدول).

أما المعيار السابق فقد بيّن فكرة حسن المطابقة؛ حيث إنّها تقوم على المقارنة بين توزيعين توزيع ملاحظ وتوزيع آخر احتمالي أو متوقع؛ فإذا كانت كاي تربيع دالة احصائياً دلَّ ذلك على عدم وجود تطابق بينهما (جلال، 2008)؛ أي يستخدم لاختبار مدى تطابق التوزيع المتوقع مع التوزيع الحقيقي و يستخدم في دراسة متغير مصنف واحد.

أي أنّه إذا كانت قيمة (χ^2) تؤول إلى الصفر؛ فإن هناك تطابق كامل بين التكرارات المشاهدة والتكرارات المتوقعة. وإذا زادت الفروق بينهما فإن قيمة (χ^2) تزداد، وهذا يعني ضعف التطابق بين التكرارات المشاهدة والمتوقعة، وبالتالي يكون احتمال رفض الفرض العدمي كبيراً في هذه الحالات والعكس صحيح **(الإحصاء الاجتماعي).**

اختبار الاستقلالية: (Independence Test)

إنَّ اختبار الاستقلالية هو أيضا اختبار يعتمد على مقارنة بين التكرارات المشاهدة والتكرارات المتوقعة، ولكن اختبار الإستقلالية يقوم به الباحث لمعرفة ما إذا كان هناك علاقة بين متغيرين ويستخدم عندما يحتاج الباحث معرفة إذا كان المتغيرين مستقلين أم لا ؟ وهل بالإمكان تطبيق اختبار الاستقلالية المعلمي أم لا يمكن كاختبار معامل الارتباط (الهوبي، 2014)؟ ولإجراء هذا الاختبار يتم أخذ عينة عشوائية بحجم (n) من مجتمع الدراسة، ويتم تصنيف هذه العينة حسب مستويات كل من المتغيرين (موضوع الدراسة).

فإذا فرضنا أن A و B متغيرين، وكل منهما له عدد من المستويات، ونريد اختبار الفرضية: الفرض العدمي (H_0): A و B مستقلان، مقابل الفرض البديل (H_1): A و B

غيرمستقلان. وكانت $(A_1, A_2, \ldots, A_r)$ مستويات المتغير A وعددها r و $(B_1, B_2, \ldots, B_k)$ مستويات المتغير B وعددها k أما عدد الخلايا فسيكون $r \times k$. وتدل O_{ij} على عدد الاستجابات في الخلية A_iB_j ويبين ذلك في جدول التوافق، ويبيّن الجدول (3) ذلك.

الجدول رقم (3)

جدول التوافق

	B_1	..	B_j	...	B_k	المجموع
A_1	O_{11}	..	O_{1j}	...	O_{1k}	R_1
:	:	:	:	:	:	:
A_i	O_{i1}	..	O_{ij}	...	O_{ik}	R_i
:	:	..	:	:	:	:
A_r	O_{r1}	..	O_{rj}	..	O_{rk}	R_r
مجموع	C_1	..	C_j	..	C_k	N

حيث: $(j=1,2,\ldots,k)$ و $(i=1,2,\ldots,r)$

$$R_i=\sum_{j=1}^{k} O_{ij}$$

$$C_j=\sum_{i=1}^{r} O_{ij}$$

$$n=\sum_{j=1}^{k} C_j=\sum_{i=1}^{r} R_i$$

فإذا كانت الفرضية الصفرية (الفرض العدمي) صحيحة؛ فإن احتمال وقوع مشاهدة في الخلية A_iB_j هو:

$$P_{ij}(A_iB_j)= P_{ij}(A_i \cap B_j)$$

وفي حالة الاستقلال بين المتغيرين A و B (الفرضية الصفرية) فإن:

$$P_{ij}(A_iB_j)= P_{ij}(A_i) \times P_{ij}(B_j)$$

$$P_{ij}(A_iB_j)= \frac{R_i}{n} \times \frac{C_j}{n}$$

وبناءً على ذلك يمكن حساب عدد الاستجابات المتوقع (التكرارات المتوقعة):

$$e_{ij} = n \times P_{ij}(A_iB_j) = n \times \frac{R_i}{n} \times \frac{C_j}{n}$$

$$e_{ij} = \frac{R_i \times C_j}{n}$$

قد تُؤخذ الفروق بين التكرارات المشاهدة والتكرارات المتوقعة كمقياس لصدق الفرضية الصفرية أو عدم صدقها، ومعيار الاختبار المبني على هذه الفروق يعطى بالصيغة التالية:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{r}\frac{(e_{ij} - O_{ij})^2}{e_{ij}}$$

وهذا المعيار قريب من توزيع(χ^2) بدرجة حرية (1 - k)(1 - r)؛ حيث (r) عدد الصفوف و (k) عدد الأعمدة في الجدول (3) لمستوى معنوية (α) فإذا كانت قيمة المعيار أقل من $\chi^2_{\alpha,df}$ (حيث يتم إيجاد قيمة $\chi^2_{\alpha,df}$ من جدول توزيع (χ^2) بدرجة حرية (df) = (r - 1)(k - 1) ومستوى معنوية (α) يحدد قيمتها الباحث)؛ فإنّه يتم قبول الفرضية الصفرية، أما إذا كانت قيمة المعيار أكبر فإنه يتم قبول الفرضية البديلة أي أنّ قيمة (χ^2) تقع في منطقة الرفض.

اختبار التجانس : (Homogeneity Test)

يستخدم هذا الاختبار لاختبار وجود تساوي نسبة صفة معينة في عدة مجتمعات، وهو شبيه باختبار الإستقلالية ويختلف عنه في أنّ حجم العينات محدد مسبقا. بينما في اختبار الإستقلالية يكون الحجم الكلّي فقط المحدد مسبقا وحجم الصفوف والأعمدة متغيرات عشوائية، وهناك فرق آخر وهو أننا في اختبار التجانس نقيس تساوي نسب خاصية ما في المجتمعات أما في اختبار الإستقلالية؛ فنختبر استقلالية عاملين . أما معيار اختبار التجانس فهو:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{r}\frac{(e_{ij} - O_{ij})^2}{e_{ij}}$$

وهو قريب من توزيع مربع كاي بدرجة حرية (r-1)(k-1)، وذو اتجاه واحد نحو اليمين (الهوبي، 2014).

النموذج اللوجستي

هنالك العديد من المعايير التي استخدمت لاختبار فقرات أدوات القياس والتي انبثقت من مفاهيم النظرية التقليدية أو الكلاسيكية في القياس (Classical Theory(CT))، وقد خدمت هذه النظرية المختصين لفترة طويلة من الزمن إلا أنها تعرضت إلى مجموعة من الانتقادات لذلك ظهرت النظرية الحديثة في القياس وعرفت بنظرية السمات الكامنة أو نظرية الاستجابة للفقرة (Item Response Theory (IRT)) على أنها نظرية بديلة عن النظرية الكلاسيكية.

إنّ نظرية استجابة الفقرة (Item Response Theory (IRT)) تشكل إطاراً علمياً جديداً في اختيار الفقرات في الوقت الحالى، وهي تعالج الكثير من القضايا التربوية والنفسية بشكل أكثر فاعلية من النظرية الكلاسيكية (Crocker, 1986)، وإنّ هذه النظرية (IRT) تفترض أنه يمكن التنبؤ بأداء المفحوصين، أو يمكن تفسير أدائهم في اختبار نفسي أو تربوي، في ضوء خاصية مميزة لهذا الأداء تسمى القدرة أو السمة (Trait)؛ حيث يصعب ملاحظة هذه السمة بشكل مباشر؛ لذلك يجب تقديرها أو الاستدلال عليها من أداء المفحوصين الذي يمكن ملاحظته على مجموعة من فقرات القياس أو الاختبار.

وقد تم تطوير نماذج مختلفة للنظرية الحديثة في القياس تُعرف باسم نماذج السمة الكامنة (Latent Trait Models (LTM)) تهدف في مجملها إلى تحديد العلاقات بين أداء الفرد في الاختبار والسمة التي تكمن وراء هذا الأداء وتفسيره. وتقوم بعض نماذج نظرية استجابة الفقرة على افتراضات أساسية هي:

1-المنحنيات المميز للفقرة (منحنى خصائص الفقرة) (Item Characteristic Curve**):**

إنّ العلاقة التي تربط بين قدرات المفحوصين واحتمال إجاباتهم للفقرة، يمكن وصفها من خلال اقتران رياضي يربط بين احتمال نجاح الفرد على الفقرة، وبين القدرة التي يقيسها الاختبار. ويعرف التمثيل البياني لهذا الإقتران باسم منحنى خاصية الفقرة أو المنحنى المميز للفقرة، ويمكن وصف هذه العلاقة من خلال: ثلاثة معالم: (الصعوبة و التمييز و

التخمين) أو معلمتين: (الصعوبة و التمييز) أو معلمة واحدة (الصعوبة) كما في نموذج راش(الدرابسة، 2012).

2-أحادية البعد (Unidimensionality) :

ويقصد به أن فقرات الاختبار أو المقياس تقيس قدرة أو سمة واحدة، ومن الصعب تحقيق هذا الافتراض نظرا لوجود بعض العوامل التي تؤثر على أداء الأفراد على الاختبار(الزعبي،2013). وهناك ثلاثة مؤشراتٍ يتم من خلالها التحقق من أن هذا الفرض يقيس بُعدا واحداً فقط وهي :

أ) مؤشرات تعتمد على الثبات:(Indices Based on Reliability)

وتمثلت هذه المؤشرات بحساب المعاملين التاليين:

1. حساب معامل الارتباط بوينت – بايسيريال: وهو معامل يتم حسابه بين الأداء على الفقرة والأداء على الاختبار الكلي بعد حذف تلك الفقرة؛ وذلك ضمن افتراض بأن الارتباطات التي تزيد عن (0.2) تعد مؤشراً على أُحادية البعد (الزعبي،2013).
2. حساب معاملات ثبات الاتساق الداخلي: حيث يتم تقدير معاملات الثبات على فقرات الاختبار باعتباره مؤشراً آخر على أحادية البعد، وفقا لما أشار إليه هايت فقد اعتبره أكثر مؤشرات البُعد استخداماً. ويعد معامل الثبات كرونباخ ألفا هو مؤشر للاتساق الداخلي الذي يشير إلى أحادية البعد، وهو عبارة عن الحد الأدنى لنسبة تباين الاختبار والذي يعزى للعوامل المشتركة بين الفقرات؛ حيثُ تدل قيمته العالية على وجود عامل مشترك.

ب) مؤشرات تعتمد أسلوب التحليل العاملي: (Factor Analysis)

حيث يتم فحص خاصية أُحادية البعد في التحليل العاملي من خلال تفحص المعيار المُستخدم والذي يُسمى الجذر الكامنة (Eigen Value) والجذر الكامن للعامل هو مقدار التباين الكلّي الذي يفسره العامل. فإذا أعطى التحليل العاملي عاملا واحداً مميزاً وباقي العوامل صغيرة بحيث كانت قيمة الجذر الكامن لذلك

العامل تشكل نسبة واضحة ومرتفعة من التباين الكلّي للدرجات، فهذا يعني أن هناك عاملاً واحداً سائداً في الاختبار وهذا يشير إلى تحقق افتراض أحادي البعد. وتعد فقرات الاختبار أحادية البعد إذا كان ناتج قسمة الجذر الكامن للعامل الأول على الجذر الكامن للعامل الثاني كبيرة وتزيد عن (2).

ج) اختبار فحص العوامل للجذور الكامنة للعوامل المكونة للاختبار(Scree Plot):

ويتعزز تحقق افتراض أُحادية البعد من خلال تمثيل الجذور الكامنة بيانياً وتسمى فحص الرسوم (Scree Plot)، والتي هي عبارة عن تمثيل لقيم الجذور الكامنة لجميع العوامل الممكن استخلاصها من الاختبار. فإذا تبين من الرسوم أن التغير في قيمتي الجذور الكامنة بين العامل الأول والعامل الذي يليه مميز وسريع، مقارنة بالتغير التدريجي والبسيط بين العوامل التي تأتي بعد ذلك؛ فهذا يدل على أن هناك عامل واحد مسيطر وسائد على درجات الاختبار، أي أن افتراض أحادية البعد متحقق.

3- الاستقلال الموضعي أو المحلي (Local Item Independence):

ويقصد به أن الإجابة عن فقرة ما من قبل المستجيبين لا تؤثر في الإجابة عن الفقرات الأخرى في الاختبار؛ أي أن معامل الارتباط بين استجابات المفحوصين عند مستوى معين من القدرة يساوي صفر. ويُعد افتراض الاستقلال المحلي مكافئا لافتراض أُحادية البعد، فقد اعتبروا أن هذين الافتراضين متلازمين.

4-عامل السرعة : (Speedness)

تفترض نماذج هذه النظرية أن عامل السرعة ليس له دور في الإجابة عن فقرات الاختبار. بمعنى تقصير المفحوص في الإجابة عن الفقرات في الاختبار يعود؛ لانخفاض قدرته وليس لتأثير عامل السرعة. (Hambleton & Swaminathan, 1985)

أما أهم نماذج السمة الكامنة التي انبثقت من نظرية استجابة الفقرة فهي (زكي،2009):

أ- النموذج اللوجستي أحادي المعلمة: (One-Parameter Logistic Model)

يعتبر هذا النموذج من أبسط نماذج الاستجابة المفردة ويعرف باسم نموذج "راش"

Rash. وفـي جميـع الفقـرات التـي تفتـرض هـذا النمـوذج تسـاوى معـاملات التمييـز (a_i) وانعدام التخمين (c_i)، ويقوم بتقدير صعوبة الفقرات (b_i) فقط. ويمكن التعبير عن نموذج راش بالمعادلة التالية:

$$P_i(\theta) = \frac{e^{Da(\theta - bi)}}{1 + e^{Da(\theta - bi)}}$$

حيث :

(θ): Theta : مستوى القدرة للمفحوص(قدرة الفرد أو السمة)

$P_i(\theta)$: احتمال إجابة المفحوص ذي القدرة (θ) على الفقرة (i) بطريقة صحيحة

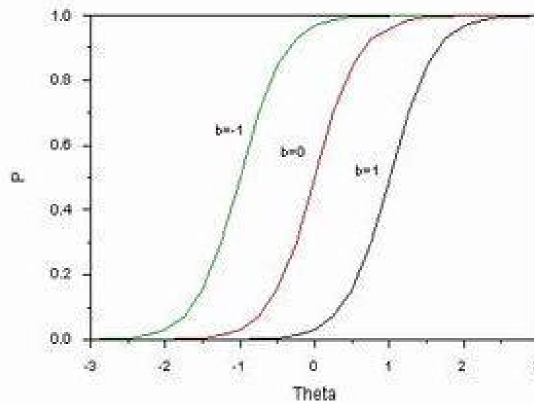
e : الأساس اللوغاريتمي الطبيعي، وهو ثابت رياضي مقداره (2.71828)

D : عامل التدريج (عامل الضبط أو موازنة تدريج القياس) (Scaling Factor)، وهو ثابت قيمته (1.7)

a: معامل تمييز الفقرة (وهو ثابت لجميع الفقرات)

bi: معامل الصعوبة للفقرة (i).

ويمكن تمثيل الدالة التي تعبر عن نموذج "راش" بالشكل (10)



الشكل رقم (10)

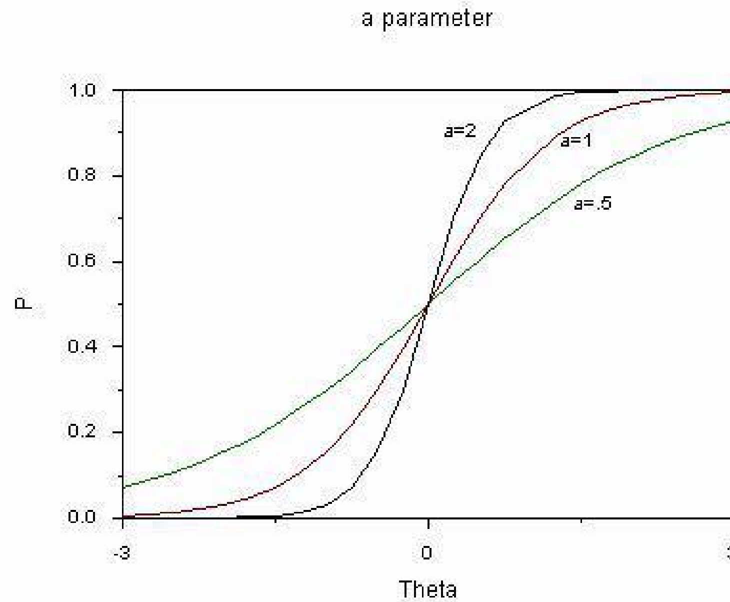
التمثيل البياني للنموذج اللوغاريتمي أحادي المعلم (نموذج راش)

ب- النموذج اللوجستي ثنائي المعلمة : (Two-Parameter Logistic Model)

ويسمى بنموذج لورد (Lord Model) وفيه يتم اضافة معلم جديد إلى نموذج راش وهو معلـم التمييـز(a_i) لكـل فقـرة، وهـذا يـؤدي إلـى تقـاطع المنحنيـات المميـزة لفقـرات

الاختبار الذي يصمم وفق هذا النموذج كما يبين الشكل (11)؛ أي أن هذا النموذج يسمح لفقرات الاختبار بالاختلاف في صعوبتها وتمييزها. وتتمثل الصيغة الرياضية لهذا النموذج فيما يلي:

$$P_i(\theta) = \frac{e^{Da_i(\theta - bi)}}{1 + e^{Da_i(\theta - bi)}}$$



الشكل رقم (11)

التمثيل البياني للنموذج اللوغاريتمي ثنائي المعلم (نموذج لورد)

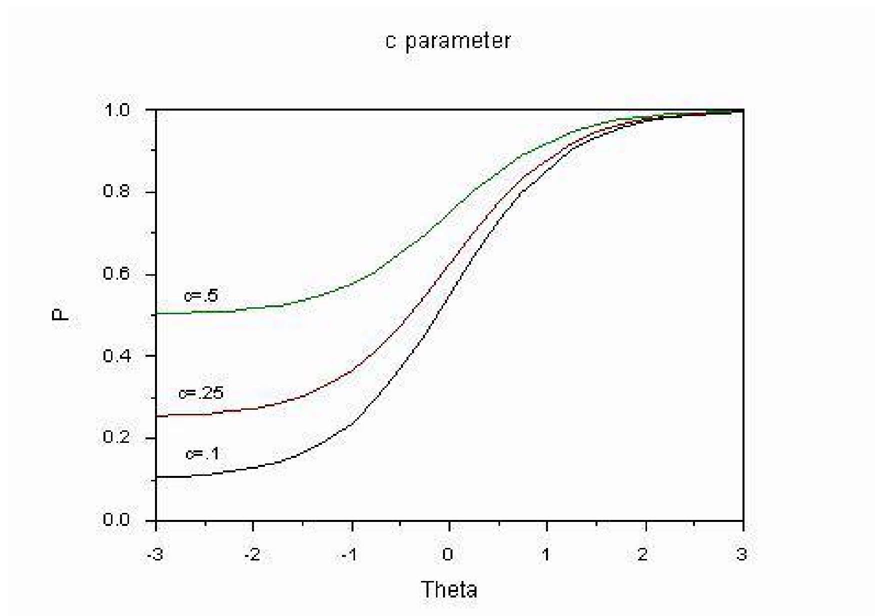
ج- النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة: (Three- Parameter Logistic Model)

اقترح بيرنبوم (Birnbaum) هذا النموذج؛ حيثُ أضاف مَعلماً ثالثاً أطلق عليه معلم التخمين (Guessing Parameter)؛ لذا يعد هذا النموذج الأكثر عمومية لأنه يسمح باختلاف معالم الفقرة الثلاثة، فقد تختلف هذه التخمينات في ميلها (معلمة التمييز) وموقعها على متصل السمة (معلمة الصعوبة). وكذلك الخط التقاربي السفلي لمنحنى خصائص الفقرة (معلمة التخمين) (علام، 2005)، وهذا النموذج يعتبر امتدادا للنماذج السابقة مضيفا إليه معلما جديدا يسمى خط التقارب لأسفل المنحنى المميز للفقرة (Lower

Asymptote) الـذي يمثـل احتمـال توصـل الأفـراد ذوي القـدرة المنخفضـة إلـى الإجابـة الصـحيحة عـن الفقـرة عـن طريـق الصـدفة أو التخمـين (معلمـة التخمـين) ويرمـز لـه بالرمز (c_i). وتتمثل الصيغة الرياضية لهذا النموذج فيما يلي:

$$P_i(\theta) = c_i + \frac{(1 - c_i) \times e^{Da_i(\theta - bi)}}{1 + e^{Da_i(\theta - bi)}}$$

ويمكن تمثيل الدالة التي تعبر عن نموذج "بيرنبوم" بالشكل (12)



الشكل رقم (12)

التمثيل البياني للنموذج اللوغاريتمي ثلاثي المعلم (نموذج بيرنبوم)

أما تطبيقات نظرية الاستجابة للفقرة، فجميعها تفترض صحة النموذج المستخدم وفائدة أي نموذج من نماذج هذه النظرية تعتمد على المدى الذي يعكس فيه النموذج البيانات الفعلية بدقة (Sinharay, 2005). وهناك عدة طرق للتحقق من مدى قدرة النموذج على التنبؤ بالنتائج الفعلية للاختبار. منها:

1- مقارنة التوزيعات المشاهدة بالتوزيعات المتوقعة:

ويتم ذلك باستخدام الرسوم البيانية لتوزيعات الدرجات المشاهدة والدرجات المتوقعة. فعلى قدر ما تكون تلك التوزيعات متقاربة أو متطابقة يكون ذلك النموذج الأفضل في مطابقة

البيانات مقارنة بالنماذج الأخرى.

2- استخدام اختبار (χ^2) لاختبار جودة المطابقة:

ويستخدم اختبار (χ^2) لاختبار جودة المطابقة ؛ لفحص مدى مطابقة كلّ فقرة من فقرات الاختبار للبيانات المشاهدة للاختبار، وهو يقارن نسبة الإجابات الصحيحة على الفقرة (i) للمجموعة الجزئية التي قدرتها (θ) مع النسبة المتوقعة للإجابات الصحيحة وفقاً للنموذج المستخدم.

فإذا كانت قيمة (χ^2) المحسوبة أكبر من القيمة الحرجة ترفض الفرضية الصفرية، وبذلك نتوصل إلى أن منحنى خصائص الفقرة (ICC) لا يلائم الفقرة موضع الاختبار (زكي،2009).

3- فحص البواقي:

يعتبر فحص البواقي وهو البواقي المعيارية أفضل طريقة لفحص مطابقة البيانات.

والمعادلة المستخدمة لذلك كما يلي:

البواقي = القيمة الملاحظة - القيمة المتوقعة

$$R_{ij} = P_{ij} - E(P_{ij})$$

حيث تمثل(P) احتمالية الإجابة بشكل صحيح على كلّ فقرة في مقابل القدرات، وبالتحديد في مقابل نوعين من القدرات إحداهما القدرات المشاهدة أو الحقيقية وتسمى أيضا التقليدية، والأخرى القدرات المتوقعة أو المتنبأ بها من خلال النموذج. ويمكن أيضا تمثيل البواقي المعيارية حسب فئات القدرات لكل فقرة؛ حيث يظهر إذا كانت هناك نمطية معنية للبواقي المعيارية في إحدى النماذج، كما يتم ملاحظة أي من النماذج يعطي توزيعا أكثر انتشارا وعشوائية للبواقي المعيارية.

4- التوزيع الطبيعي للقدرات:

من المفترض أن يتم توزيع القدرة بشكل طبيعي وبوسط قيمته (صفر) وانحراف

معياري قيمته (واحد) أي توزيع طبيعي معياري؛ ولذا فإن تقدير القدرات للبيانات المشاهدة يتم تمثيلها بمدرج تكراري، وتقارن بالتوزيع الطبيعي المعياري بحيث ينظر هل تحقق ذلك التوقع أم لا؟.

مطابقة البيانات للنموذج

يعد إجراء مطابقة البيانات للنموذج من الإجراءات الأساسية في نظرية استجابة الفقرة، حيث إن فحص جودة مطابقة البيانات للنموذج الرياضي موضع اهتمام لكثير من الباحثين، وهناك عدد من الإحصائيات لفحص جودة مطابقة الفقرة (Item Fit) التي نجدها في النظرية الحديثة في القياس حيث منها ما يعتمد على إحصائي بيرسون (χ^2) وصيغته الرياضية: (الصرايرة،2008)

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{J} \frac{(O_j - e_j)^2}{e_j}$$

ويمكن إعادة صياغة المعادلة السابقة بدلالة النسب بدلا من التكرارات ليصبح إحصائي بيرسون χ^2 :

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{J} \frac{N_j (O_j - E_j)^2}{E_j (1 - E_j)}$$

حيث:

J: عدد الفئات الفرعية للقدرة

j: رقم الفئة الفرعية.

N_j : عدد الأفراد المستجيبين في الفئة j.

O_j : النسبة الملاحظة للإستجابات الصحيحة في الفئة j.

E_j : النسبة المتوقعة للإستجابات الصحيحة في الفئة j .

وتتضمن أساليب إحصائيات فحص جودة مطابقة الفقرة المقارنة ما بين التكرارات الملاحظة (توزيعات العلامات الملاحظة) والتكرارات المتوقعة (توزيعات العلامات المتوقعة) في كل فئة من الفئات الفرعية للقدرة، وعملية المقارنة تتضمن عدد من الخطوات وتبدأ بترتيب المفحوصين حسب تقديرات القدرة تنازلياً أو تصاعدياً، ثم تصنيف

المفحوصين إلى عدد من المجموعات الفرعية بمدى معين، ثم حساب التكرارات أوالنسب الملاحظة عند كلّ فئة فرعية للقدرة، وبعد ذلك يتم حساب النسب المتوقعة عند كلّ فئة فرعية للقدرة باستخدام وسيط القدرة الواقعة في تلك الفئة، وأخيراً يتم المقارنة بين التكرارات الملاحظة و التكرارات المتوقعة من خلال حساب إحصائي كاي تربيع (بيرسون)، وتفحص الدلالة الإحصائية باستخدام توزيع كاي تربيع بدرجات حرية مناسبة لكلّ فقرة لوحدها؛ فإذا كانت f_j و e_j تمثل تكرارات أو نسب ملاحظة ومتوقعة على التوالي و (θ) الفئات الفرعية للقدرة. و الفرضية الصفرية التي تفحص تنص على "لا يوجد فروق ما بين التكرارات (النسب) الملاحظة والمتوقعة في مطابقة جودة الفقرة" وهي :

$$H_0 : \prod_{jk} = P_k\,(\theta_j)$$

حيث:

Π_{jk} : تشير إلى نسبة المستجيبين الملاحظة عند الفئة الفرعية j.

$P_k\,(\theta_j)$: تشير إلى نسبة المستجيبين المتوقعة عند الفئة الفرعية j التي تحسب من خلال نموذج استجابة الفقرة المستخدم.

وقد تم تطوير أحصائي بك (χ^2_B)(Back))، بالاعتماد على كل من الصيغة النظرية السابقة وصيغة بيرسون، الذي يستخدم للكشف عن الفقرات غير المطابقة والمصححة ثنائياً، والصيغة الرياضية له هي :

$$\chi^2{}_B = \sum_{j=1}^{J}\left[\frac{N_j(O_{ij}-E_{ij})^2}{E_{ij}(1-E_{ij})}\right]$$

حيث:

J: عدد الفئات الفرعية للقدرة θ.

j : رقم الفئة الفرعية للقدرة θ.

i : رقم الفقرة.

N_j : عدد المفحوصين الواقعين في الفئة الفرعية j.

O_{ij} : النسبة الملاحظة للإستجابات الصحيحة في الفقرة i للفئة الفرعية j.

E_{ij} : النسبة المتوقعة للإستجابات الصحيحة في الفئة i للفئة الفرعية j. حيث $E_{ij} = \hat{P}_i(\hat{\theta}_{med})$ ، أما ($\hat{\theta}_{med}$) فهي وسيط قيم قدرة المفحوصين الموجودين في الفئة الفرعية j.

أما إجراء الإحصائي (χ^2_B) فهو يصنف المفحوصين إلى عدد من المجموعات الفرعية للقدرة، وذلك بعد ترتيبهم حسب تقديرات القدرة، ولكل مجموعة فرعية يتم تحديد الاستجابات على الفقرة وذلك لتحديد توزيع العلامة الملاحظة، وبالاعتماد على نموذج نظرية استجابة الفقرة المستخدم يتم حساب التوزيع المتوقع (النسبة المتوقعة)، ويستخدم الإحصائي (χ^2_B) وسيط القدرة لقدرات المفحوصين في الفئة الفرعية لحساب النسبة المتوقعة. ويتم هذا الإجراء لجميع الفئات الفرعية (J). ويتم فحص الدلالة الإحصائية للإحصائي بمقارنة قيمة مربع كاي بك (χ^2_B) التي تم حسابها من خلال معادلة (χ^2_B) بالتوزيع النظري لكاي تربيع (x^2) مع درجات حرية تحدد بعدد الفئات الفرعية للقدرة (n) وعدد معالم الفقرة (m): (df=n-m). كما ويتم حساب جودة المطابقة للفقرة بك (χ^2_B) من خلال برنامج Bilog.

تقدير قدرات الأفراد ومعالم الفقرات

الهدف الرئيسي للاختبارات تحديد مواقع المفحوصين على متصل السمة (القدرة)، فقد تكون القدرة سمة شخصية أو قدرة عقلية، وتُستخدم استجابة المفحوص للتعبير عن موقعه على متصل السمة التي يقيسها الاختبار مع احتمال وجود خطأ في تقديرها ويتم تقديره بحساب الخطأ المعياري في التقدير(Standard Error of Estimate) فقد تعبر قيمته عن مقدار الفرق بين علامة المفحوص الحقيقية وعلامته الملاحظه.وتقدر القدرة في نظرية الاستجابة للفقرة من خلال نمط استجابته على فقرات الاختبار. ويرى بيكر (Baker, 2001) أنه بالإمكان تحقيق هدفين إذا أمكن الحصول على تقديرات القدرة لكلّ مفحوص: الهدف الأول تقييم المفحوص في حدود القدرة التي يمتلكها والتي تكمن وراء استجاباته عن فقرات الاختبار، أما الهدف الثاني فهو المقارنة بين المفحوصين بهدف إعطائهم الدرجات المستحقة.

وبيّن هامبلتون وسوامبناثان(Hambelton & Swaminathan,1985) أن النماذج التي تستند إلى نظرية استجابة الفقرة في تصحيح استجابات المفحوصين تحاول تقدير موقع المفحوص على متصل السمة باستخدام نمط استجاباته اضافة إلى معالم الفقرة المقدرة حيث تقوم هذه النظرية على الفرضية التي مفادها أن احتمال استجابة المفحوص على أي فقرة من فقرات الاختبار بشكل صحيح يمثل اقتران لكلّ من قدرة المفحوص من جهة وخصائص الفقرة التي يحاول ذلك المفحوص الإجابة عنها من جهة أخرى وهذا يتطلب الحصول على معلومات حول كلّ من المفحوص والفقرة أي الحصول على تقديرات لقدرات المفحوصين ومعالم الفقرة (Croker & Algina,1986). وهنا استخدمت الباحثة برنامج خاص لتوليد البيانات يسمى (برنامج WINGEN3)، وهو من تصميم وإنتاج هان وهامبلتون (Han& Hambleton, 2007)، فمن خلال هذا البرنامج يمكن توليد بيانات أحادية البعد ومتعددة الإبعاد وبالإمكان توليد بيانات لأكثر من مجموعة من المفحوصين؛ إذ تتضمن ثلاثة أشكال لتوزيع القدرة وهي التوزيع المنتظم (Uniform Distribution) والتوزيع الطبيعي (Normal Distribution) وتوزيع بيتا(Beta Distribution). حيث يوفر قيماً حقيقية للمعالم (معالم القدرة للأفراد θ وكذلك معالم الفقرات) وتساعد الباحثة في التخلص من تأثير بعض السلبيات على استجابات المفحوصين، وضبط الموقف الاختباري للحصول على استجابات على جميع الفقرات كما أن البيانات المولدة تساعد في عملية فقد لإستجابات الأفراد بنسب معينة تحددها متطلبات الدراسة.

أي أنه يوفر بيانات من ظروف معيارية يصعب الحصول عليها عند استخدام البيانات الواقعية.

2.2 الدراسات السابقة:

يتناول هذا الفصل بعض من الدراسات التي أعطت البيانات المفقودة قدر من الاهتمام، فقد تنوعت الدراسات والأبحاث التي ناقشت موضوع الدراسة الحالي ضمن اطار نظرية استجابة الفقرة. ومنها :

أجرى لورد (Lord, 1973) دراسة أثر تقدير القدرة ومعالم الفقرة في الاستجابات المحذوفة وأشار فيها إلى أن الفقرات المحذوفة لا تعامل كفقرات خاطئة، وقد اعتبر أن أي طريقة تعامل البيانات المفقودة على أنها خاطئة طريقة تؤدي إلى نتائج غير دقيقة. أما العينة؛ فقد تكونت من أربع مجموعات و تقدمت إلى اختبار من متعدد كل فقرة تتكون من (5) بدائل: المجموعة الأولى تكونت من (2926) مفحوص تقدموا إلى اختبار في فحص الكفاءة الشفوي ومكون من (90) فقرة، والثانية تكونت من (994) مفحوص تقدموا إلى اختبار موازي في الشكل لإختبار فحص الكفاءة الشفوي والمكون من (90) فقرة، والثالثة تكونت من (2946) مفحوص؛ حيث تم تقديم اختبار لهم في التفكير الحسابي ومكون من (85) فقرة. أما المجموعة الرابعة فقد تكونت من (2946) مفحوص تقدموا إلى اختبار في التفكير الحسابي ومكون من (85) فقرة على أن يترك كل مفحوص أول (25) فقرة دون إجابة. واعتمد نسبة الفقد للبيانات في جميع الفقرات (0.10).

وقد تعامل الباحث في المرة الاولى مع الفقرات المفقودة على أنها خاطئة، وتم تقدير معالم الفقرات من خلال الأرجحية العظمى وعمل في المرة الثانية على استبدال الفقرات المفقودة بالاستجابة العشوائية، وتم تقدير الفقرات من خلال الأرجحية العظمى (MLE) مستخدما نموذج استجابة الفقرة ثلاثي المعلمة(3PL) واستنتج أنّه من الخطأ التعامل مع الفقرة المحذوفة على أنها خاطئة .

وقد بين زايس، رجاسا، شاه واحمديان (Zeis, Regassa, Shah, and Ahmadian, 2001) في دراسة اختبارات جودة مطابقة البيانات؛ لتقدير المقياس: تطبيق الحد الادنى لطريقة مربع كاي، تقييم البيانات لمقياس من 5 نقاط. وتشمل المشاكل الرئيسية لهذا الاختبارات؛ لعدم وجود صياغة تقديرات المعلمة اللازمة لتشغيل الاختبارات وعدم وجود

قدرات الكمبيوتر للحزم الاحصائية الأساسية، وتم في هذه الدراسة معالجة ما سبق من خلال تنفيذ طريقة الحد الأدنى لمربع كاي وكانت النتائج تناسب مقياس لكرت (5- نقاط) وتتغير حسب التدابير وخدمات التسوق المناسبة حسب التوزيعات التالية: العادي، اللوغاريتمي الطبيعي، بيتا، غاما و بيل أما النتائج فقد أظهرت أن بعض التوزيعات المستمرة لا تتناسب بنسبة 49% من المتغيرات الاخرى

وفي دراسة وايمان (Wayman ,2003) تم مقارنة طرق التعامل مع القيم المفقودة التالية: طريقة حساب قيم تعويضية متعددة (MI) و طريقة حذف الحالة (LD) وطريقة تعويض الوسط الحسابي(MS) لمعرفة أي الطرق الثلاث تعطي تحيزا أقل من غيرها، وتم اختيار عينة مكونة من (19373) طالبا وطالبة من مدارس مختلفة في الولايات المتحدة واستخدم الباحث هذه الدراسة على ثلاثة متغيرات هي: الجنس (ذكور، إناث)، نوع التعليم(حكومي، خاص)، المرحلة (الصف السادس، الصف السابع، الصف الثامن) وكانت نسبة الفقد تتراوح بين (11% و 22%). وبيّنت نتائج الدراسة إلى أن طريقة حساب قيم تعويضية متعددة مقارنة ببقية الطرق المستخدمة في هذه الدراسة تعطي تحيزا أقل من حيث الأخطاء المعيارية.

قام أليسون (Alison ,2006) بدارسة هدفت لمعرفة أثر استخدام طرق حساب قيم تعويضية مختلفة؛ لمعالجة القيم المفقودة على البيانات التصنيفية، وقد طبق الباحث كل من آلية الفقد العشوائي بالكاملُ (MCAR) وآلية الفقد عشوائيا (MAR)، ولتحقيق أهداف الدراسة استخدم الباحث خمس طرق لمعالجة القيم المفقودة وهي؛ الحالة الكاملة ،وحساب قيمة تعويضية خطية بدون تقريب، وحساب قيمة تعويضية خطية مع التقريب، وحساب قيمة تعويضية من خلال الانحدار المنطقي، وحساب قيمة تعويضية من خلال دالة التمييز، وعمل دارسة محاكاة على عينة تكونت من (500) مفحوص، وبنسب فقد مختلفة هي (1%، 5% ،20%، 50%)؛ فقد أجرى مقارنة بين الطرق المختلفة بناء على الأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية والأوساط الحسابية للانحرافات المعيارية في كل من آليتي الفقد (MCAR) و(MAR) وأشارت نتائج الدارسة إلى أن الوسط الحسابي

المقدر يتعرض للتحيز في حال تم تدوير القيم التعويضية المقدرّة إلى أعداد صحيحة (صفر أو 1). كما أشارت النتائج إلى أن طريقة حساب قيمة تعويضية خطية مع التقريب أعطت نتائج متحيزة، وكانت دون مستوى الطرق الأخرى. وأوصت الدارسة باستخدام آلية الفقد العشوائي(MAR) بدلا من آلية الفقدّ العشوائي بالكامل (MCAR)؛ لكونها أظهرت أن طرق حساب القيم التعويضية باستخدام آلية الفقد العشوائي تملك أخطاءً معيارية أقل.

وقد أجرت حامد (2008) دراسة هدفت إلى معرفة أثر نموذج الإستجابة للفقرة وتعدد الأبعاد وطريقة المطابقة في تقدير معالم الأفراد والفقرات، ولتحقيق هدف الدراسة تم بناء اختبار في الفيزياء مكون من (64) فقرة ثنائية التدريج طبق على عينة الدراسة والمكونة من طلبة الثاني عشر/ الفرع العلمي في ثلاث من مديريات التربية في محافظة العاصمة؛ وهي عمان الاولى والثانية والرابعة التابعة لوزارة التربية والتعليم للعام الدراسي 2007/2006، فقد تم اختيارهم من المدارس بالطريقة العنقودية العشوائية،وبلغ حجم العينه التجريبية (285) طالبا وطالبة وحجم عينة التطبيق (745) طالبا وطالبة .

وقد استخدمت النماذج اللوجستية الثلاثة أُحادية البعد في تقدير كل من معالم الفقرات ومعالم قدرات الافراد والأخطاء المعيارية بالإضافة إلى مطابقة الفقرات للنماذج الثلاثة وذلك باستخدام البرمجيات الإحصائية (SPSS, SYSTAT, RUMM, BILOG-MG) وقد أظهرت النتائج بأن تقديرات معلم الصعوبة لمعظم الفقرات في النماذج الثلاثة تتراوح بين (−3، 3)، وذلك عند تحليلها على مستوى الاختبار بجميع فقراته وعلى مستوى الابعاد. أما مقدار الخطأ في تقدير قيم الصعوبة في النموذج الاحادي المعلم هو الأقل يليه النموذج الثلاثي المعلم، ثم الثنائي المعلم، وقد اتفقت تقديرات صعوبة الفقرة في البعد وفي الاختبار بشكل عام على الرغم من أن تقديرات الصعوبة في الأبعاد أفضل بشكل عام من تقديراتها في الإختباركلكل وذلك من حيث انخفاض الخطأ عند التقديرها. وبينت النتائج أن الفقرات عند تحليلها على مستوى الاختبار وعلى مستوى الأبعاد أفضل تمييزا في النموذج الثلاثي ، ولكن بشكل عام كان مقدار الخطأ في تقدير قيم التمييز للفقرات في أبعادها أكبر منه عند تقديرها في الاختبار، وخاصة في النموذج الثلاثي المعلم .

أما تقديرات القدرة فقد تماثلت لنفس المفحوص في النماذج الثلاث،وكانت قيم الارتباطات بين تقديرات القدرة في النماذج الثلاثة مرتفعة وذات دلالة إحصائية وخاصة فيما يتعلق بارتباط النموذج الثلاثي المعلم بالنموذجين الآخرين، وتوزعت تقديرات القدرة للمفحوصين في النماذج الثلاثة بمتوسطات وانحرافات معيارية متقاربة، وكان الوسيط لقيم تقديرات معلم الصعوبة عند إجراء التحليل على مستوى الاختبار أكبر منها في حالة إجرائه على مستوى الأبعاد وكان الوسيط لقيم تقديرات معلم التمييز عند إجراء التحليل على مستوى الاختبار بجميع فقراته أقل منها عند إجرائه على مستوى الأبعاد. وكانت قيم تقديرات معلم التخمين منخفضة عند التحليل على مستوى الاختبار بجميع فقراته وعلى مستوى الأبعاد.

كما وأظهرت النتائج بأن عدد الفقرات المطابقة لنموذج راش عند التحليل باستخدام إحصائي البواقي وبرمجية (RUMM) أكبر منه عند استخدام إحصائي كاي تربيع وبرمجية (BILOG-MG). وقد بينت النتائج أن عدد الفقرات التي طابقت النموذج اللوجستي الثلاثي المعلم كانت الأكبر يليه النموذج أحادي المعلم ثم النموذج الثنائي المعلم، أي أن النموذج اللوجستي ثلاثي المعلم هو الأفضل في تحقيق المطابقة.

وقد أجرى فينج (Finch , 2008) دراسة هدفت إلى بيان كفاءة الطرق المختلفة في معالجة القيم المفقودة ؛ لتقدير معالم الفقرة في نظرية الاستجابة للفقرة (IRT)، وقد استخدم في الدراسة: النموذج الثلاثي المعلمة (3PL) وطرق معالجةُ القيم المفقودة التالية: طريقة خاطئة (IN)، والصحيحة جزئيا (FR)، وغير الموجودة (NP)، وحساب قيمة تعويضية للوسط المصحح للفقرّ (MC) وحساب قيمة تعويضية بطريقة دالة الاستجابة (RF) وخوارزمية تعظيم التوقعات(EM)، وطريقة حساب قيم تعويضية متعددة (MI). ولتحقيق أهداف الدراسة عمل الباحث دراسة محاكاه لتوليد (20) فقرة ذات معالم مختلفة، ثم أخذ منها (4) فقرات كانت معالمها مطابقة لمعالم أربع فقرات تم دراستها سابقاِ من قبل الباحثين. وقد أجرى على تلك الفقرات نسب فقد مختلفة هي (5%، 15%، 30%) ومبنية على آليتي فقد البيانات وهما: الفقد العشوائي (MAR) وغير العشوائي (MNAR)

كما طبق ثلاثة أحجامٍ مختلفة (100، 500، 1000) على هذه الفقرات، ثم قارن الباحث بين طرق معالجة القيم المفقودة من خلال تحليل التباين المعتمد على الأخطاء المعيارية والتحيز بين قيم (θ) و($\hat{\theta}$) لكل من معلمة (الصعوبة والتمييز والتخمين) للفقرة؛ حيث إنّ (θ) القيمة الحقيقية لمعلمة الفقرة و($\hat{\theta}$) القيمة المقدرة لمعلمة الفقرة و عند مستوى الدلالة الإحصائية (α= 0.05). وقد أشارت النتائج المتعلقة بالأخطاء المعيارية لتقدير معلمة الصعوبة إلى التفاعل بين طريقة حساب قيمة تعويضية وآلية الفقد عشوائيا إلى أن أفضلها أداءً طريقة حساب القيم التعويضية المتعدد؛ فهي ارتبطت بنسبة تحيز أقل من بقية الطرق، أما التفاعل بين طريقة (الخاطئة) وآليتي الفقد فقد أشارت النتائج إلى أنها أعطت تقديرات أكبر، كما أظهرت النتائج أن الأخطاء المعيارية لتقدير معلمة الصعوبة في آلية الفقد (العشوائي) كانت أكبر منها في آلية الفقد (غير العشوائي) عبر التفاعل بين طريقة حساب قيمة تعويضية وآلية الفقد. أما بالنسبة لمعلمة التمييز؛ فقد أظهرت النتائج إلى أنّ جميع طرق حساب القيم التعويضية كان لديها زيادة قليلة في الأخطاء المعيارية، وبخاصة عندما تكون نسبة الفقد في القيم أعلى، باستثناء طريقة (الخاطئة)، كما أن الأخطاء المعيارية في آلية الفقد (غير العشوائي)، كانت أقل منها في آلية الفقدّ (العشوائي). مثلما دلت النتائج المتعلقة بالتفاعل بين طريقة التعويض وآلية الفقد والخاصة بالأخطاء المعيارية لتقدير معلمة التخمين إلى أن جميع طرق التعويض كانت متقاربة من حيث الأخطاء المعيارية باستثناء طريقة (الخاطئة)؛ حيث كانت أقل من أي طريقة أخرى، مثلما دلت النتائج إلى أن الأخطاء المعيارية في آلية الفقد (غير العشوائي) كانت أقل منها في آلية الفقد (العشوائي) عبر التفاعل بين طريقة حساب قيمة تعويضية وآلية الفقد.

أما دراسة بني عواد (2010) والتي هدفت؛ لمقارنة طرق التعامل مع البيانات المفقودة في تقدير معالم الفقرات والافراد، فقد استخدم ثماني طرق مختلفة لمعالجة القيم المفقودة (الخاطئة (IN)، الصحيحة جزئيا (FR)، غير الموجودة(NP)، خوارزمية تعظيم التوقعات(EM)، طريقة حساب قيم تعويضية متعددة (MI)، دالة الاستجابة (RF)، الوسط

المصحح (CM)، إعادة الاختبار) وتم تطبيق نماذج مختلفة من اختبار أوتيس – لينون للقدرة العقلية على عينة مكونة من (1600) مفحوص من طلبة الصف الثامن من المدارس الحكومية التابعة لمديرية التربية والتعليم لاربد الأولى خلال العام الدراسي (2009/ 2010) موزعين على (20) مدرسة تم اختيارها بالطريقة العشوائية وكان جميع المفحوصين من الذكور. وقد أشارت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة احصائية بين المتوسطات الحسابية للاخطاء المعيارية لتقدير معلمة القدرة للأفراد، وأيضا في معالم كل من: الصعوبة، والتمييز، والتخمين تعزى لطريقة المعالجة ولطول الاختبار وللتفاعل بينهما فقد كانت التقديرات أكثر دقةً عند طريقة دالة الاستجابة حيث كان طول الإختبار (80) فقرة.

وقد أجرى كل من لانكامب وليمان وليماشو (Langkamp ,Lehman & Lemeshaw, 2010) دراسة هدفت إلى المقارنة بين طرق التعامل مع القيم المفقودة و تحديد أي منها يعطي تقديرات أكثر دقة لمعاملات النموذج المستخدم في الدراسات المسحيةُ المختلفة والمتعلقة بصحة الأطفال في الحالات التي تتضمن نسبا مختلفة من القيم المفقودة. ولتحقيق هدف الدراسة تم توليد بيانات تحتوي جميعها على قيم مفقودة بنسب مختلفة وهي: (10%، 20%، 30%، 40%) من الحالات التي تم توليدها. وكانت عينة الدراسة تتكون من (9953) من الأطفال البيض المولودين في الولايات المتحدة الأمريكية، و (8285) أما من أمهات الأطفال الداخلين في عينة الدارسة، وأظهرت نتائج الدارسة أنه عندما تزيد نسبة الفقد في القيم عن (10%) من مجموع الحالات، فإن طرق: إعادة الوزن (Reweighting)، وتعويض القيم المتعددة (Multiple Imputation) كانتا أفضل كثيراً من طرق حذف الحالة(Case-Deletion) وطريقة تعويض القيمة المفردة (Hot-Deck) وبشكل عام فقد توصلت الدراسة إلى أن الباحثين المهتمين بدارسات صحة الأطفال يجب أن يكونوا أكثر حذرا عند تحليل البيانات المسحية في حال كانت نسبة الفقد في القيم كبيرة، كما أوصت الدراسة باستخدام الطرق القائمة على القيم التعويضية، وعدم اللجوء إلى الطرق القائمة على الحذف.

وأجرى كوكلاك وكايري (Cokluk & Kayri, 2011) دراسة هدفت إلى مقارنة وفحص معاملات الثبات: معامل كرونباخ ألفا للاتساق الداخلي، و معامل الارتباط المصحح، والبناءات العاملية، والناتجة عن تطبيق خمس طرق من طرق معالجة القيم المفقودة (Series Mean Imputation, Mean of Nearby Points Imputation, Median of Nearby Points Imputation, Linear Interpolation, Linear Trend of Point) باستخدام نسب فقد مختلفة. ولتحقيق هدف الدراسة تم تقسيم نسب الفقد إلى فئتين: الأولى تتراوح بين (15%) و (20%) أما الثانية فتتراوح بين (0%) و(50%) وذلك؛ لفحص صدق البناء للمقياس، واعتبرت الدراسة بمثابة مقارنة لاستكشاف نتائج التحليل العاملي والمبني على أسلوب تحليل المكونات الأساسية، والمستخدم في تحديد البناءات العاملية للمقياس عند استخدام طرق التعويض التي تناولتها الدراسة. وتكونت عينة الدراسة من (200) شخص من المرشحين لوظيفة مدرس والملتحقين بقسم التعليم الابتدائي بكلية العلوم التربوية في جامعة أنقرة للفصل الثاني من العام الدارسي (2009/2008م). وفيما يتعلق بصدق بناء المقياس فقد أظهرت نتائج الدراسة إلى أن الطرق المختلفة في معالجة القيم المفقودة تتسبب في تقليل نسب التباين المفَسر للطرق المستخدمة في الدراسة. وقد أظهرت النتائج نقصان مشابه في نسب التباين المفسر لكل من الجذور الكامنة ومعاملات ثبات كرونباخ ألفا للاتساق الداخلي للمقياس.

وفي دراسة لجيمسي وبيدنارز وليم (Gemici, Bednarz, & Lim, 2012) هدفت لمقارنة بعض طرق معالجة القيم المفقودة لبيانات التعليم والتدريب للتعليم المهني(Vocational Education and Training)(VET) ؛ حيث خلصت النتائج الى أن الطرق الحديثة في معالجة القيم المفقودة مثل التعويض المتعدد (MI) تساعد في التقليل من خطر التحيز، لكن لا يمكن اعتبارها علاج لكل المشاكل الناتجة عن القيم المفقودة، أما الطرق البسيطة مثل: طريقة الحذف المزدوج، والتعويض بقيمة ثابتة، قد تؤدي الى أحكام خاطئة من خلال أثرها على الخطأ المعياري الذي قد يزيد من إمكانية الفشل في تحديد العلاقات بين المتغيرات المتنبئة والنتائج.

وأوضح الدرابسة (2012) في دراسته التي هدفت الى التعرف الى مدى أثر طريقة معالجة القيم المفقودة وطريقة تقدير قدرات الأفراد على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد، فقد استخدم بيانات مولدة لاستجابة (1500) مفحوص على اختبار مكون من 80 فقرة ثنائية الاستجابة ومطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة(3PL)؛ ليتم الحصول على بيانات تتضمن استجابات مفقودة بنسبة (5%) وتم معالجة هذه الاستجابات بطرق المعالجة للقيم المفقودة التالية: تعظيم التوقعات (EM)، القيم التعويضية المتعددة (MI)، ودالة الاستجابة (RF)، وتم تقدير معالم الفقرات و الأفراد بطريقتي الأرجحية العظمى(ML) وبييز للتوقع البعدي (EAP) فقد أظهرت النتائج إلى وجود اختلاف في دقة تقدير معلمة التمييز يعزى لاختلاف طريقة التقدير ولصالح طريقة الارجحية العظمى (ML) ويعزى أيضا الاختلاف في دقة تقدير معلمة التمييز لاختلاف طريقة المعالجة للقيم المفقودة ولصالح طريقة القيم المتعددة (MI)، ووجود اختلاف يعزى للتفاعل بين متغيري طريقة التقدير وطريقة المعالجة. أما الاختلاف في دقة تقدير معلمة الصعوبة يعزى لاختلاف طريقة التقدير ولصالح طريقة بييز للتوقع البعدي (EAP)، ولا يوجد اختلاف في دقة تقدير معلمة الصعوبة أو معلمة التخمين يعزى لاختلاف طريقة المعالجة للقيم المفقودة أو طريقة التقدير أو للتفاعل بينهما. ووجود اختلاف في دقة تقدير قدرات الأفراد يعزى لطريقة معالجة القيم المفقودة ولصالح طريقة تعظيم التوقعات (EM)، ووجود اختلاف في دقة تقدير قدرات الأفراد يعزى لطريقة التقدير المستخدم طريقة بييز للتوقع البعدي (EAP)، ووجود اختلاف في دقة تقدير قدرات الأفراد يعزى للتفاعل بين طريقة المعالجة للقيم المفقودة وطريقة التقدير؛ حيث أوصت الدراسة باستخدام طريقتي القيم المتعددة(MI) وتعظيم التوقعات(EM) في معالجة القيم المفقودة.

أما كاجنون(Cagnone,2012)؛ فقد أوضح في دراسته ملاحظة حول اختبار جودة المطابقة في نماذج متغيرة كامنة مع المتغيرات الفئوية تقييم جودة مطابقة نماذج متغيرة كامنة للمتغيرات الفئوية يصبح مشكلة في وجود البيانات المتفرقة منذ إحصائيات.

جودة المطابقة الكلاسيكية ويقترب بشدة من بتوزيع مربع كاي، ويمثل حل جيد لهذه

المشكلة عن طريق الاختبارات الإحصائية استنادا إلى المخلفات المرتبطة للتوزيعات الهامشية للمتغيرات الواضحة (كانون وميجناني، 2007، وميدو-اوليغاريس وجو، 2005، ريزر 1996) أما شكل تربيعي المرتبطة بالاختبار يعتمد على استخدام معكوس المعمم لمصفوفة التباين المشترك من نسب العينة وهنا تم اثبات أن رتبت مور- بنروز المعممة يتحدد بوضوح، ومن ثم استخدامها بالشكل المناسب.

كما أجرى الزعبي (2013) دراسة هدفت إلى بيان أثر نسبة البيانات المفقودة وطريقة التعويض عنها في دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد، ولتحقيق هذه الأهداف تم استخدام بيانات مولدة لاستجابة (1400) مفحوص على اختبار مكون من (100) فقرة ثنائية الاستجابة، فقد تراوحت لديه قيم معلمة التمييز لفقرات الاختبار بين (0.1 و 2.0) والصعوبة بين (-2.50 و 2.50) بافتراض أن قدرات المستجيبين تتوزع توزيعا طبيعيا. وباستخدام برنامجي (SPSS) و (EXCEL) تم الحصول على بيانات تتضمن استجابات مفقودة بنسبة (5%، 15%، 20%، 30%)، وتمت معالجة هذه الاستجابات بطريقتي المعالجة للقيم المفقودة؛ تعظيم التوقعات و القيم التعويضية المتعددة.

حيث أظهرت النتائج وجود أثر دال إحصائيا في تقدير معلمة صعوبة الفقرات يعزى لكلّ من متغير طريقة التعويض في النموذج أُحادي المعلمة ولصالح طريقة حساب قيم تعويضية متعددة. ومتغير نسبة فقد في النموذجين الأُحادي المعلمة والثنائي المعلمة، بأفضلية نسبة فقد (5%).

كما أظهرت النتائج وجود أثر دال إحصائيا في دقة تقدير معلمة تمييز الفقرات في النموذج ثُنائي المعلمة يعزى لكل من: متغير طريقة التعويض ولصالح طريقة حساب قيم تعويضية متعددة. ومتغير نسبة فقد بأفضلية نسبة فقد (5%). كما أظهرت النتائج وجود أثر دال احصائيا في دقة تقدير معلمة قدرات الأفراد في النموذجين الأحادي المعلمة والثنائي المعلمة، يعزى لكل من: متغير طريقة التعويض ولصالح طريقة حساب قيم تعويضية متعددة. ومتغير نسبة فقد بأفضلية نسبة فقد (5%). وللتفاعل بين متغيري نسبة

الفقد وطريقة معالجتها بأفضلية طريقة حساب قيم تعويضية متعددة عندما كانت نسبة الفقد (5%).

ومؤخرا أجرى اللصاصمة(2016) دراسة هدفت إلى معرفة أثر نسبة الفقد في القيم وطرق معالجتها على دقة تقدير معالم معادلة الانحدار البسيط، والمقارنة بين طرق المعالجة المستخدمة في الدراسة (الحذف، التعويض بالوسط الحسابي، حساب القيم التعويضية المتعددة) وتحديد أفضل طرق المعالجة لهذه النسب المفقودة من البيانات، ولتحقيق هذا الهدف قام الباحث باستخدام برنامج لتوليد استجابات اختبارين كل اختبار مكون من (12) فقرة بمعامل صعوبة تباينه ثابت، موزع على (200) مستجيب توزيعا طبيعيا، بوسط (0) وانحراف معياري (1)؛ حيث تم استخدام برنامجي (SPSS) و (EXCEL) للحصول على بيانات تتضمن استجابات مفقودة بنسبة (5%، 10%، 15%، 20%) وقد أظهرت نتائج الدراسة أن نسبة الفقد(5%) لها تأثير على دقة معالم معادلة الانحدار البسيط عند إجراء مقارنة بين معادلة الانحدار البسيط الأصلية دون فقد مع معادلة الانحدار البسيط بعد الفقد. كما أظهرت النتائج أنّ طريقة المعالجة بالتعويض المتعدد هي الأفضل لعدم وجود فروق تعود إلى هذه الطريقة عند نسب الفقد المختلفة مما يؤدي إلى عدم وجود تأثير في تقدير دقة معالم معادلة الانحدار البسيط. كما توصلت الدراسة إلى أنّ طريقة المعالجة بالوسط عند النسب (5 % و 10%) لا يوجد لها تأثير في تقدير دقة معالم معادلة الانحدار على العكس عند نسب الفقد (15% و 20%)؛ فإنه يوجد تأثير على دقة التقدير لمعالم معادلة الانحدار.

3.2 التعقيب على الدراسات السابقة:

في ضوء ما تقدم من الدراسات السابقة، يمكن ملاحظة أن بعض تلك الدراسات قد تم إجراؤها باستخدام البيانات الفعلية وبعضها الآخر قد تم إجراؤها باستخدام البيانات المولدة، والتي يتم توليدها بوساطة برامج التوليد المختلفة. كما أنها تتطرق إلى أثر طرق التعويض الضمنية في معالجة القيم المفقودة كمتغير يؤثر في تقدير معالم الفقرات وقدرات الأفراد

أو كمتغير يؤثر على صدق وثبات المقياس وبعضها تناولت أثرها على التحيز في تقدير المعالم، ولكن جميع تلك الدارسات لم تتطرق إلى المقارنة بين فاعلية ثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة. لذا جاءت هذه الدراسة لتسهم في تقديم إضافة معرفية جديدة في هذا الموضوع.

الفصل الثالث

المنهجية والتصميم

يتناول هذا الفصل وصفا لإجراءات الدراسة التي تم اتباعها لتوليد البيانات وآلية الفقد بنسبة ثابتة وكيفية معالجة البيانات المفقودة بالطرق الإحصائية التي بنيت الدراسة عليها. كما ويتناول أيضا المنهجية التي استخدمها الباحث؛ لتحقيق أهدافه.

1.3 منهجية الدراسة:

تم إجراء بحث المحاكاة التجريبي والذي يهدف إلى استقصاء المقارنة بين فاعلية ثلاث طرق؛ لمعالجة القيم المفقودة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة ويعتمد استخدام منهج المحاكاة التجريبي على المفحوصين؛ لتحديد أفضل طرق المعالجة المستخدمة وأكثرها دقة وتأثيرا في الإحصائي مربع كاي لجودة مطابقة الفقرة.

2.3 إجراءات الدراسة:

1.2.3 توليد البيانات:

للإجابة عن أسئلة الدراسة تم اتباع الإجراءات الآتية:

تم استخدام البيانات المولدة في هذه الدراسة باستخدام برنامج (Wingen3) لما توفره تلك البيانات من ظروف معيارية يصعب الحصول عليها في حال استخدام البيانات الواقعية، وقد أوصى لورد (Lord,1980) بأن يكون طول الاختبار (50) فقرة وعدد الأفراد (1000) للحصول على أفضل التقديرات؛ لذا فقد تم محاكاة معالم الفقرات لعشرين إختبار كلّ منها مكون من (50) فقرة ثنائية الاستجابة من نوع اختيار من متعدد ملائمة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة (3PL)، وبحجم عينة (1000) فرد.

حيث تم محاكاة معالم الفقرات وفقا للشروط الآتيه:

تـم محاكــاة معلمــة التمييــز للفقــرات وفقــا للتوزيــع اللوغــاريتم الطبيعــي (Lognormal(0.5، 0))؛ حيث كان الوسط الحسابي والانحراف المعياري لمعلمة التمييز للفقرات المحاكاة (1.129) و (0.608) على التوالي.

ومحاكاة معلمة الصعوبة للفقرات فقد تمت وفقا للتوزيع الطبيعي (Normal Distribution(1، 0))؛ حيث كان الوسط الحسابي والانحراف المعياري لمعلمة الصعوبة للفقرات المحاكاة (0.021) و (0.950) على التوالي.

أما معلمة التخمين للفقرات فتمت محاكاته وفقا لتوزيع بيتا (Beta Distribution (a=10,b=30)) ، وهذا التوزيع يحاكي قيم لمعلمة التخمين لاختيار اختبار ثنائي الاستجابة وبعدد (4) بدائل لكل فقرة؛ حيث كان الوسط الحسابي والانحراف المعياري لمعلمة التخمين للفقرات المحاكاة (0.245) و (0.059) على التوالي. ويبيّن الجدول (4) قيم معالم الفقرات التي تم توليدها.

الجدول رقم (4)

الإحصاءات الوصفية لمعالم فقرات الاختبار المولّد للنموذج اللوجستي الثلاثي المعلمة

الاحصائي الوصفي	القيمة في النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة		
	معلمة التمييز (a)	معلمة الصعوبة (b)	معلمة التخمين (c)
القيمة الصغرى	0.63	2.131−	0.083
القيمة العظمى	1.56	2.479	0.218
المتوسط الحسابي	1.129	0.021	0.245
الانحراف المعياري	0.608	0.950	0.059

وقد تم أيضا محاكاة استجابات الأفراد تحت افتراض التوزيع الطبيعي للقدرة بوسط حسابي صفر وانحراف معياري واحد؛ حيث كان الوسط الحسابي والانحراف المعياري لقدرات الأفراد المحاكاة (−0.023) و (0.967) على التوالي، ويمثل الجدول (5) ملخصاً لإحصائيات معلمة القدرة للأفراد.

الجدول رقم (5)

الإحصاءات الوصفية ومستوى الدلالة لاختبار التوزيع الطبيعي للقدرة الحقيقية

الإحصائي الوصفي	القيمة
العدد	1000
القيمة الصغرى	3.351−
القيمة العظمى	3.282
المتوسط الحسابي	0.023−
الانحراف المعياري	0.967
القيمة المحسوبة لاختبار (Kolmogorov-Smirnov)	0.420
الدلالة الإحصائية	0.00

ويلاحظ من الجدول (5) أن قيمة القدرة الحقيقية تراوحت بين (−3.351) و (3.282) بمتوسط حسابي (−0.023) وانحراف معياري (0.967)، وتم التحقق من أن القدرة تتوزع توزيعا طبيعيا بتطبيق اختبار كولمجروف – سميرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بوساطة برنامج التحليل الإحصائي (Statistical Package For Social Sciences) (SPSS) ؛حيث بلغت قيمته (0.420) وبدلالة إحصائية (0.00)، وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05). وعليه فقد أُعتُبِرت القدرة ليست موزعة توزيعا طبيعيا.

2.2.3 آلية فقد القيم:

فُقد من القيم بنسبة 5% من عدد المستجيبين على كلّ اختبار بطريقة عشوائية باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS) حيث تم تحديد الفقرات العشر الأولى لفقدها من ذلك المستجيب.

ولتعويض القيم المفقودة تمت معالجة عشرين إختبار للإستجابة بعد الفقد بالطرق الثلاث: (تعويض الوسط، التعويض المتعدد، تعظيم التوقعات).

وبعد إجراء عملية الفقد تم إعداد ثلاثة ملفات تحتوي على القيم المفقودة، حيث يحوي كل ملف على عشرين اختبار. وهي:

الملف الأول (SM):

وهو خصص للطريقة الأولى من طرق معالجة القيم المفقودة في هذه الدراسة، وهي طريقة حساب القيمة التعويضية باستخدام الوسط (Mean Imputation)؛ حيث تم اختيار الاسلوب الثاني وهو الوسط المتسلسل (Series Mean)، وقد اطلقت الباحثة على هذا الملف اسم (SM)، حيث تم معالجة القيم المفقودة في الخلايا الفارغة في الإختبارات العشرين وذلك باستخدام برنامج (SPSS)، حيث يتوفر خيار (Replace Missing Values) وذلك لاختيار طريقة Series Mean. وبذلك يتحول الملف الى مصفوفة كاملة دون وجود أيّ من القيم المفقودة، ويتم حفظ هذا الملف بواسطة برنامج (SPSS).

الملف الثاني (EM):

وهو خصص للطريقة الثانية من طرق معالجة القيم المفقودة في هذه الدراسة، وهي طريقة خوارزمية تعظيم التوقعات (Expectation-Maximization Algorithm)، وقد اطلقت الباحثة على هذا الملف اسم (EM)؛ حيث تم معالجة القيم المفقودة في الخلايا الفارغة في الإختبارات العشرين وذلك باستخدام برنامج (SPSS)؛ حيث يتوفر خيار (Missing Values Analysis) ويتم اختيار طريقة تعظيم التوقعات من بين مجموعة الطرق المتوفرة في هذا البرنامج. وبذلك يتحول الملف الى مصفوفة كاملة دون وجود أيّ من القيم المفقودة، ويتم حفظ هذا الملف بواسطة برنامج (SPSS).

الملف الثالث(MI):

وهو خصص للطريقة الثالثة من طرق معالجة القيم المفقودة في هذه الدراسة، وهي طريقة حساب قيم تعويضية متعددة **(**Method Multiple Imputation**)**، وقد اطلقت الباحثة على هذا الملف اسم(MI)؛ حيث تم معالجة القيم المفقودة في الخلايا الفارغة في

الإختبارات العشرين وذلك باستخدام برنامج (SPSS)، ومن الخيار (Transform) والذي يندرج ضمن قائمة (Analyze)، حيث يتوفر أمر (Multiple Imputation) يتفرع منه الأمر الفرعي (Impute Missing Data Values)، وحسب هذه الطريقة يقوم البرنامج بتكرار عملية التعويض أو الاستبدال (5) مرات (Iterations) لكل قيمة مفقودة في الملف.

3.2.3 القيم المفقودة:

وبعد إجراء عملية الفقد والتأكد من آلية فقد القيم باستخدام اختبار لتل؛ حيث كانت القيمة الاحتمالية (p-value) Sig هي (0.00) وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05)؛ أي أنّ الفقد ليس عشوائيا بالكامل؛ حيث تم اعداد الملفات الثلاثة ثم حفظها بشكل منفرد بواسطة برنامج (SPSS) ثم نقلها وبشكل منفرد الى برنامج (Excel) وتحديد إسم لكل مستجيب مع ترك علامة(مثلا (؟)) تفصل بين الفقرات و إسم المستجيب، ومن قائمة (File) تم اختيار أمر (Save As) واختيار (File Name) ثم اختيار ((Save As Type: CSV (Comma Delimited)(*.csv) ثم (Save) حيث يجب حفظ الملف على سطح المكتب. ثم تظهر نافذة للإختيار ما بين حفظ التنسيق من عدمه وعليك الإجابة ب(yes). وبعدها تم اختيار البرنامج (Notepad)، ومن قائمة (File) تم اختيار أمر(Open)، ثم تم تحديد(File Name) الذي تم حفظه سابقاً ثم (Open)، ولإزالة الفواصل من بين القيم نختر (Edit) ثم نختر (Replace) ونضع الفاصلة أو الرموز الغير مرغوب بها في المربع الأول ونضع ما نريد استبداله في المربع الآخر ثم ننقر (Replace All). وبذلك تكون جميع الملفات الثلاثة قد أصبحت جاهزة؛ ليتم قراءتها في المراحل اللاحقة بواسطة برمجية (BILOG-MG3) وهي إحدى البرمجيات الإحصائية المتعلقة بالتحليلات الخاصة بنظرية استجابة الفقرة ثنائية الإجابة؛ حيث تتضمن عملية التحليل باستخدام هذا البرنامج ثلاث مراحل؛ فقد يتم في المرحلة الأولى تقدير معالم الفقرات من صعوبة وتمييز وتخمين، وفي المرحلة الثانية فقد يتم تحديد الفقرات المطابقة Item-Fit للنموذج المستخدم (اللوجستي ثلاثي المعلمة)، باستخدام اختبار (x^2)عند

مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) حيث تعد عملية المطابقة من الخطوات المهمة؛ لأن ميزات نماذج نظرية استجابة الفقرة والمتعلقة بتفسير النتائج تتحقق بشكل كبير عندما يتوفر حسن المطابقة بين البيانات والنموذج المستخدم، أما في المرحلة الثالثة فقد يتم تقدير قدرات الأفراد ومعالم الفقرات حسب النموذج المستخدم في التحليل وهو في هذه الدراسة النموذج ثلاثي المعلمة (3PL)، و بواسطة هذه البرمجية تم الكشف عن جودة مطابقة الفقرات حيث تبين مطابقة بعض الفقرات وذلك عندما تكون دلالة اختبار مربع كاي أعلى من مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$)، أما عندما تكون دلالة اختبار مربع كاي أقل من مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) فإن الفقرات غير مطابقة لبعضها البعض.

4.2.3 معالجة القيم المفقودة

تم تعويض القيم المفقودة بنسبة ثابته (5%) وبثلاث طرق (طريقة حساب الوسط، تعظيم التوقعات، التعويض المتعدد) باستخدام برنامج (SPSS) وفقاً للخطوات التالية:

1- تم معالجة القيم المفقودة بطريقة الوسط المتسلسل وإيجاد مدى مطابقة التوزيع المتوقع (البيانات بعد المعالجة باستخدام الطريقة سابقة الذكر) والتوزيع الحقيقي في كلّ نموذج باستخدام جودة مطابقة الفقرة.

2- تم معالجة القيم المفقودة بطريقة تعظيم التوقعات وإيجاد مدى مطابقة التوزيع المتوقع (البيانات بعد المعالجة باستخدام الطريقة سابقة الذكر)، والتوزيع الحقيقي في كلّ نموذج باستخدام جودة مطابقة الفقرة.

3- تم معالجة القيم المفقودة بطريقة التعويض المتعدد وأيجاد مدى مطابقة التوزيع المتوقع (البيانات بعد المعالجة باستخدام الطريقة سابقة الذكر)، والتوزيع الحقيقي في كلّ نموذج باستخدام جودة مطابقة الفقرة.

4- مقارنة النتائج السابقة ثم الحكم على أفضل وأدق طرق المعالجة، ومدى اختلاف نسبة عدد الفقرات غير المطابقة باختلاف طرق معالجة القيم المفقودة.

5.2.3 الاساليب الإحصائية

1. تم توليد بيانات باستخدام برمجية (Wingen3)
2. تم استخدام برمجية (BILOG-MG3) لحساب معالم الفقرات، وللتحقق من مدى مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة.
3. تم استخدام برمجية(SPSS) (الإحصاء الوصفي،اختبار Kolmogorov-Smirnov، اختبار لتل، اختبار كروسكال–ويلز).

الفصل الرابع

عرض النتائج ومناقشتها والتوصيات

يتضمن هذا الفصل عرضاً للنتائج التي تم التوصل إليها من خلال هذه الدراسة، والتي هدفت إلى فحص المقارنة بين فاعلية ثلاث طرق؛ لمعالجة القيم المفقودة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة باستخدام اسلوب المحاكاة؛ بالإضافة لمناقشة هذه النتائج وتفسيرها، وقد تم عرض هذه النتائج بحسب أسئلة الدراسة ومتغيراتها وفقا لمنهجية منظمة تقوم على عرض السؤال، ثم نوع الإحصائي المناسب، يلي ذلك جدول البيانات ثم التعليق عليها.

1.4 عرض النتائج ومناقشتها

النتائج المتعلقة في السؤال الأول والذي ينص على:

" ما نسبة عدد الفقرات غير المطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة لكل طريقة من طرق معالجة القيم المفقودة الثلاث (تعويض الوسط، التعويض المتعدد، تعظيم التوقعات)؟"

للإجابة عن هذا السؤال تم تحديد عدد الفقرات غير المطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة حيث تم تحليل استجابات المفحوصين على عشرين اختبار تمثل استجاباتهم على (50) فقرة تم معالجة القيم فيها بثلاث طرق، الطريقة الأولى باستخدام الوسط المتسلسل والطريقة الثانية باستخدام التعويض المتعدد و الثالثة باستخدام تعظيم التوقعات، وتم حساب عدد الفقرات غير المطابقة في عشرين اختبار. والجدول (6) يبين ذلك:

جدول (6)

عدد الفقرات غير المطابقة في كل اختبار

الإختبار	طريقة المعالجة			الإختبار	طريقة المعالجة		
	الوسط المتسلسل	تعظيم التوقعات	التعويض المتعدد		الوسط المتسلسل	تعظيم التوقعات	التعويض المتعدد
الأول	3	2	2	الحادي عشر	6	6	5
الثاني	3	3	3	الثاني عشر	6	1	1
الثالث	3	5	1	الثالث عشر	3	2	2
الرابع	3	2	3	الرابع عشر	3	4	3
الخامس	3	4	1	الخامس عشر	3	2	2
السادس	2	2	4	السادس عشر	2	3	3
السابع	1	1	1	السابع عشر	5	3	5
الثامن	2	2	4	الثامن عشر	4	4	2
التاسع	5	3	5	التاسع عشر	6	3	5
العاشر	0	2	0	العشرون	3	2	3

نلاحظ من الجدول (6) أن عدد الفقرات غير المطابقة تراوحت حسب طريقة الوسط المتسلسل من (0) الى (6) فقرات، وبحسب طريقة تعظيم التوقعات تراوحت عدد الفقرات غير المطابقة من (1) الى (6) فقرات، أما طريقة التعويض المتعدد فقد تراوحت عدد الفقرات من (0) الى (5) فقرات فقط.

جدول (7)

نسب عدد الفقرات غير المطابقة في كل اختبار

الإختبار	طريقة المعالجة			الإختبار	طريقة المعالجة		
	الوسط المتسلسل	تعظيم التوقعات	التعويض المتعدد		الوسط المتسلسل	تعظيم التوقعات	التعويض المتعدد
الأول	%6	%4	%4	الحادي عشر	%12	%12	%10
الثاني	%6	%6	%6	الثاني عشر	%12	%2	%2
الثالث	%6	%10	%2	الثالث عشر	%6	%4	%4
الرابع	%6	%4	%6	الرابع عشر	%6	%8	%6
الخامس	%6	%8	%2	الخامس عشر	%6	%4	%4
السادس	%4	%4	%8	السادس عشر	%4	%6	%6
السابع	%2	%2	%2	السابع عشر	%10	%6	%10
الثامن	%4	%4	%8	الثامن عشر	%8	%8	%4
التاسع	%10	%6	%10	التاسع عشر	%12	%6	%10
العاشر	%0	%4	%0	العشرون	%6	%4	%6

أما جدول(7) فقد بين النسب لعدد الفقرات غير المطابقة، حيث تراوحت نسبة الفقرات غير المطابقة حسب طريقة الوسط المتسلسل من (0%) الى (12%)، و طريقة تعظيم التوقعات فقد تراوحت نسبة عدد الفقرات غير المطابقة بين (2% -12%)، أما طريقة التعويض المتعدد فقد تراوحت النسبة لعدد الفقرات غير المطابقة بين (0% - 10%) وهذا يبين أن هذه الطريقة أكثر الطرق الثلاث المستخدمة دقة وكفاءة.

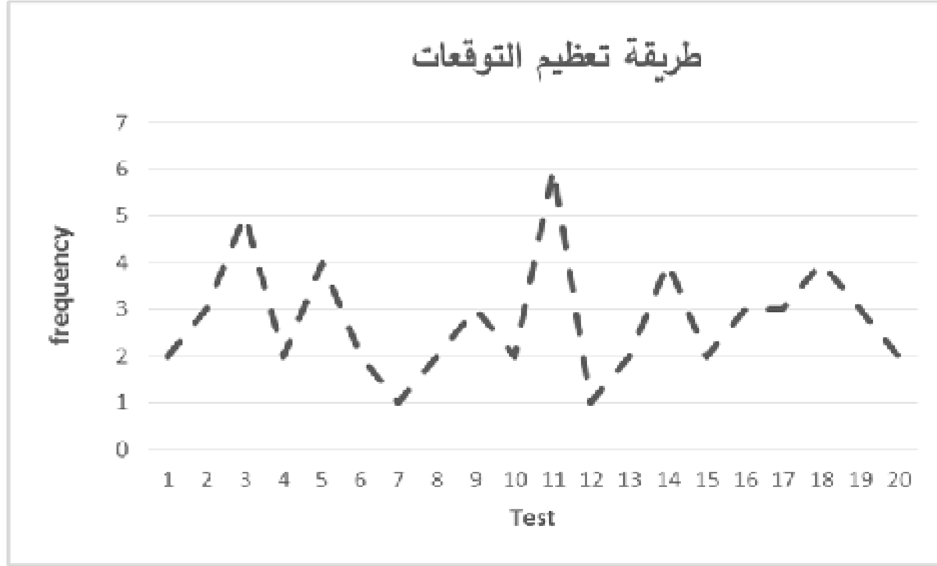
حيث توضح الأشكال من (13) الى (15) عدد الفقرات غير المطابقة حسب كل طريقة. أما الشكل (16) يبين المقارنة بين طرق المعالجة الثلاث المستخدمة في الدراسة.



الشكل(13)

رسم بياني لعدد الفقرات غير المطابقة للاختبارات التي تمت معالجتها بطريقة الوسط المتسلسل

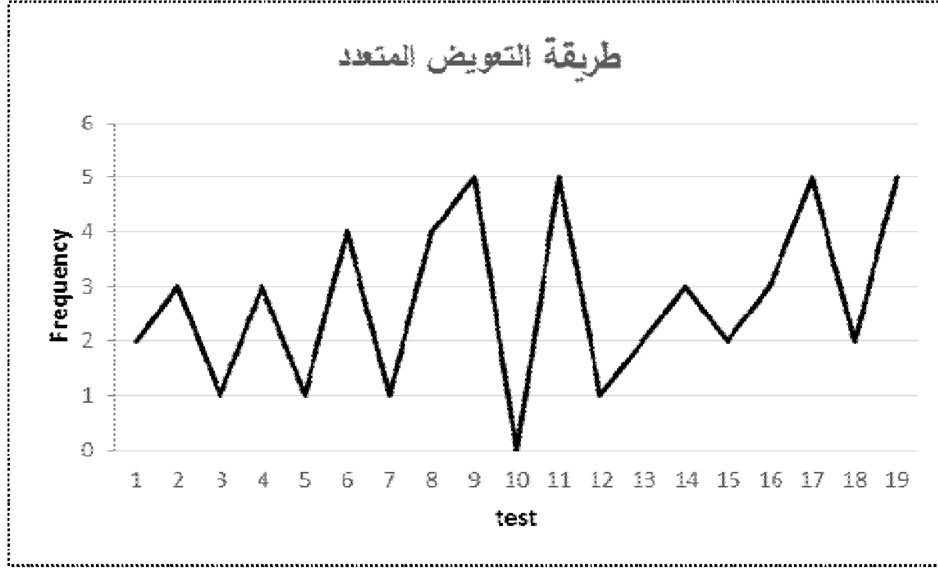
يظهر من الشكل (13) عشرين اختبار، تقدم لكل اختبار(1000) مفحوص حيث يبين محور السينات(محور x) الاختبارات العشرين، أما محور الصادات (محور y)؛ فقد يبين عدد الفقرات غير المطابقة للاختبارات بطريقة الوسط الحسابي المتسلسل ويتضح من الشكل (13) ان الاختبار (10) بلغت قيمة عدم المطابقة (0) في ادنى قيمة له بينما في الاختبارين(12،19) بلغ عدد الفقرات غير المطابقة اعلى قيمة وهي (6) فقرات في كلا الاختبارين .



الشكل(14)

رسم بياني لعدد الفقرات غير المطابقة للاختبارات التي تمت معالجتها بطريقة تعظيم التوقعات.

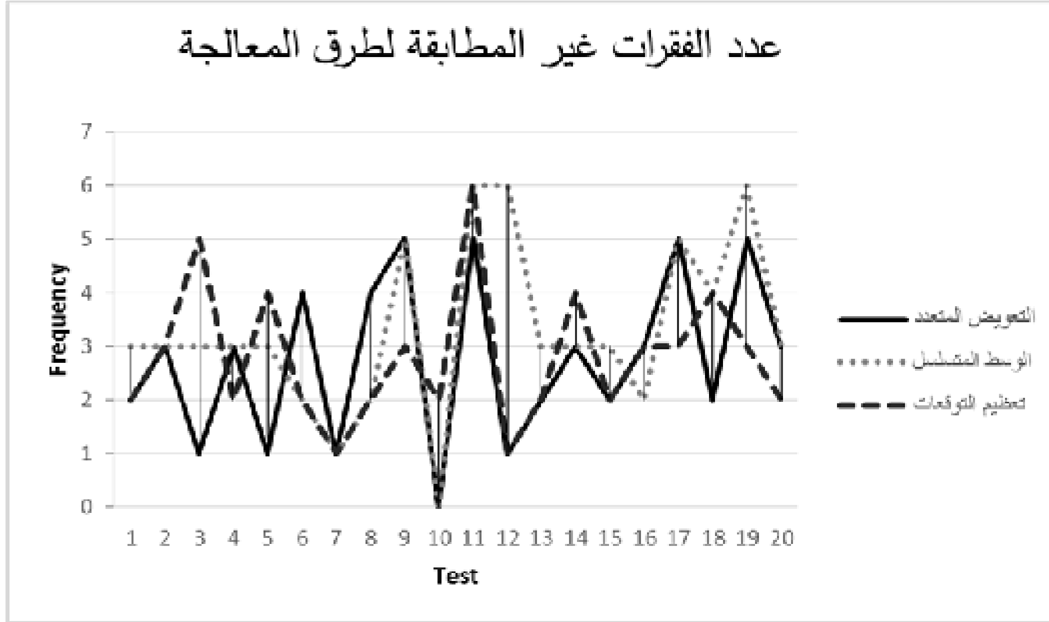
حيث يتضح من الشكل (14) عشرين اختبار تقدم لكل اختبار (1000) مفحوص حيث يبين محور السينات(محور x) الإختبارات، أما محور الصادات (محور y) فيبين عدد الفقرات غير المطابقة للاختبارات بطريقة تعظيم التوقعات، ويتضح من الشكل(14) أن الاختبارين (12،7) بلغت قيمة عدم المطابقة (1) في ادنى قيمة له بينما في الاختبار(11) بلغ عدد الفقرات غير المطابقة اعلى قيمة وهي (6) فقرات في الاختبار .



الشكل(15)

رسم بياني لعدد الفقرات غير المطابقة للاختبارات التي تمت معالجتها بطريقة التعويض المتعدد.

عند قراءة الشكل (15) نجد ان عدد الاختبارات التي تقدم لها المفحوصين (20) اختبار على محور السينات (محور x) وعدد الفقرات غير المطابقة للاختبارات على محور الصادات(محور y) بطريقة التعويض المتعدد، ويتضح من الرسم البياني ان الاختبار (10) بلغت قيمة عدم المطابقة (0) في ادنى قيمة له بينما الاختبارات (9،11،17،19) بلغ عدد الفقرات غير المطابقة اعلى قيمة وهي (5) فقرات.



الشكل(16)

رسم بياني لجميع الفقرات غير المطابقة للاختبارات التي تمت معالجتها وبجميع طرق المعالجة المستخدمة في الدراسة والمقارنة بينها

يتضح من خلال الرسم البياني في الشكل (16) للمقارنة بين الطرق الثلاث المستخدمة، إن عدد الفقرات غير المطابقة في طريقة تعظيم التوقعات فقرة واحدة كحد أدنى في أكثر من اختبار، و في كل من الطريقتين الوسط الحسابي المتسلسل و طريقة التعويض المتعدد فلا يوجد فقرات غير مطابقة في الاختبار(10)، أما طريقتي المعالجة طريقة الوسط الحسابي المتسلسل و طريقة تعظيم التوقعات فقد بلغت فقرات عدم المطابقة في كل منها اعلى حد (6) فقرات. بينما بلغت عدد الفقرات غير المطابقة في طريقة التعويض المتعدد (5) فقرات فقط؛ لذا تعد طريقة التعويض المتعدد أفضل الطرق المستخدمة في الدراسة. وبالتالي نجد ان طريقة التعويض المتعدد هي الانسب لتعويض القيم المفقودة للحصول على حسن جودة المطابقة والحصول على افضل نتائج باستخدام هذه الطريقة.

كما يبين جدول (8) مجموع عدد الفقرات غير المطابقة لكل طريقة من الطرق الثلاث: الوسط المتسلسل وطريقة تعظيم التوقعات وطريقة التعويض المتعدد.

جدول (8)

عدد الفقرات غير المطابقة لكل طريقة

	طريقة المعالجة		
	الوسط المتسلسل	تعظيم التوقعات	التعويض المتعدد
مجموع الفقرات غير المطابقة	66	56	55

يلاحظ من الجدول (8) أن مجموع عدد الفقرات غير المطابقة في طريقة التعويض المتعدد (55) فقرة، أي أنها أكثر الطرق المستخدمة في الدراسة دقة لتقدير القيم المفقودة فهي تحافظ على جودة المطابقة للفقرة، أما طريقة الوسط المتسلسل فعدد الفقرات غير المطابقة (66) فقرة، أي أنها أقل الطرق الثلاثة المستخدمة في الدراسة كفاءة.

جدول (9)

نسبة عدد الفقرات غير المطابقة لكل طريقة

	طريقة المعالجة		
	الوسط المتسلسل	تعظيم التوقعات	التعويض المتعدد
نسبة مجموع الفقرات غير المطابقة الى مجموع الفقرات	0.066	0.056	0.055

إن نسبة مجموع عدد الفقرات غير المطابقة لكل طريقة تتناسب تناسب عكسي مع جودة المطابقة كما يلاحظ من جدول(9) حيث يبين أن نسبة مجموع عدد الفقرات غير المطابقة في طريقة التعويض المتعدد (0.055)، وهذا يدل على أن هذه الطريقة تعد من أكثر الطرق المستخدمة في الدراسة دقة لتقدير القيم المفقودة ؛ فهي تحافظ على جودة المطابقة للفقرة، أما طريقة الوسط المتسلسل فنسبة عدد الفقرات غير المطابقة (0.066)، أي أنها أقل الطرق الثلاثة المستخدمة في الدراسة دقة وكفاءة.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني والذي ينص على :

"هل تختلف نسبة عدد الفقرات غير المطابقة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة باختلاف طرق معالجة القيم المفقودة (تعويض الوسط، التعويض المتعدد، تعظيم التوقعات)؟"

للإجابة عن هذا السؤال والذي يهدف الى فحص الفروق بين عدد الفقرات غير المطابقة للنموذج اللوجستي تبعا للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة تم استخدام كروسكال-ويلز والجدول (10) يبين ذلك.

جدول(10)

احصائيات الاختبار كروسكال-ويلز

الإحصائي	مربع كاي	القيمه الحرجة (df)	الاحتمال Sig (p-value)
مقارنة النسب	1.945	3	0.584

يبين من الجدول (10) أن قيمة(p-value) Sig أعلى من مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$)، وهذا يعني أنه لا وجود فروق ذات دلالة احصائية عند مقارنة النسب بين البيانات الأصلية وطرق المعالجة الثلاث المستخدمة بالدراسة.

في ضوء نتائج دراسة المقارنة بين فاعلية ثلاث طرق؛ لمعالجة القيم المفقودة لجودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة تَبين أن هناك بعض الإستنتاجات التي لا بدَّ من الإشارة لها. كما تَبيَّن أنه لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين الطرق الثلاث المستخدمة؛ لمعالجة القيم المفقودة بنسبة (5%). كما أظهرت النتيجة في الجدول (10) الذي استخدم فيه الاحصائي كروسكال-ويلز حيث كانت قيمة مربع كاي (1.945) عند درجة حرية (3) وقيمة الاحتمالية (0.584) وهي أعلى من (5%) وعليه نقبل فرض أنه لا يوجد فروق عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.05$) بين الطرق الثلاث المستخدمة لمعالجة نسبة الفقد في القيم ويؤكد ذلك على أن استخدام أي طريقة من هذه الطرق سنحصل على جودة مطابقة حسب النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة مع ملاحظة أن طريقة التعويض المتعدد حصلت على أقل قيمة؛ لعدم مطابقة الفقرات وعددها (5). كما ورد في الشكل

(15) ومقارنتها بطريقة تعظيم التوقعات وطريقة الوسط الحسابي المتسلسل، وتبين الدراسة أن نسبة مجموع عدد الفقرات غير المطابقة في طريقة التعويض المتعدد أقل منها في كلا الطريقتين طريقة الوسط الحسابي المتسلسل وطريقة تعظيم التوقعات؛ لذا تعد طريقة التعويض المتعدد من أكثر الطرق المستخدمة في الدراسة دقة لتقدير القيم المفقودة، أي أنها أفضل الطرق مقارنة ببقية طرق معالجة القيم المفقودة من حيث المحافظة على جودة مطابقة الفقرة، وهذا يتفق مع ما توصل اليه كثير من الدراسات السابقة فقد توصل كل من وايمان (2003) و فينج (2008) و جيمسي وبيدنارز وليم(2012) الى أن طريقة المعالجة بالتعويض المتعددة (MI) هي الأفضل مقارنة ببقية طرق معالجة القيم المفقودة من حيث الأخطاء المعيارية فهي تعطي تحيزا أقل. وأوضح الدرابسة (2012) أن الاختلاف في دقة تقدير معلمة التمييز يعزى؛ لاختلاف طريقة المعالجة للقيم المفقودة ولصالح طريقة المعالجة بالتعويض المتعددة (MI)). أما الزعبي (2013) فقد أوصى باستخدام طريقة المعالجة بالتعويض المتعدد (MI) لتعويض القيم المفقودة في البيانات ثنائية الاستجابة وبغض النظر عن نسبة الفقد؛ حيث اظهرت نتائج الدراسة اختلاف دقة التقدير لمعالم الصعوبة في النموذج اللوجستي الأحادي المعلمة باختلاف طريقة تعويض القيم المفقودة ولصالح طريقة المعالجة بالتعويض المتعدد (MI). كما أظهرت النتائج وجود أثر دال إحصائي في دقة تقدير معلمة قدرات الأفراد في النموذجين الأحادي المعلمة والثنائي المعلمة، يعزى لكل من متغير طريقة التعويض ولصالح طريقة التعويض المتعدد (MI). و أظهرت أيضا نتائج دراسة اللصاصمة (2016) أنّ طريقة المعالجة بالتعويض المتعدد هي الأفضل؛ لعدم وجود فروق تعود إلى هذه الطريقة عند نسب الفقد المختلفة مما يؤدي إلى عدم وجود تأثير في تقدير دقة معالم معادلة الانحدار البسيط.

كما وتبين الدراسة أيضا بعض التوصيات التي يمكن الأخذ بها والاستفادة منها والبناء عليها، علماً بأن نتائج الدراسة الحالية تؤكد أن الطرق الثلاثة فعالة في تقدير القيمة المفقودة، بحيث أنه لا يوجد هناك فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة

($\alpha = 0.05$) بين تكرارات القيم المفقودة لكل طريقة في ضوء جودة مطابقة الفقرة للنموذج اللوجستس ثلاثي المعلمة(3PL).

2.4 التوصيات

ومن خلال إجراءات هذه الدراسة وفي ضوء نتائجها، توصي الباحثة بما يلي:

1. توصي الباحثة باستخدام طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة؛ فهي تعد هذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة في الدراسة دقة لتقدير القيم المفقودة.
2. استخدمت هذه الدراسة اختبار مولِّد بعدد ثابت من الفقرات؛ لذا توصي الباحثة بإجراء دراسات تتناول أطوال مختلفة من الاختبارات.
3. قامت الباحثة في هذه الدراسة بتثبيت نسبة الفقد في القيم المفقودة؛ لذا توصي الدراسة الحالية بإجراء دراسات تتناول نسب مختلفة وطرق معالجة مختلفة.
4. قامت الباحثة في هذه الدراسة باستخدام بيانات افتراضية؛ لذا توصي هذه الدراسة باستخدام بيانات حقيقية.
5. قامت الباحثة في هذه الدراسة باستخدام النموذج اللوجستي ثلاثي المعلمة، وتوصي هذه الدراسة باستخدام النموذج اللوجستي أحادي المعلمة والنموذج اللوجستي ثنائي المعلمة.

قائمة المراجع

أ- المراجع العربية

بني عواد، علي (2010). **مقارنة طرق التعامل مع البيانات المفقودة في تقدير الفقرات وقدرات الأفراد.** أُطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة اليرموك: الأردن.

جلال، أحمد (2008). **مبادئ الإحصاء النفسي (مع تطبيقات وتدريبات عملية على برنامج SPSS).** القاهرة: الدار الدولية للإستثمارات الثقافية.

حامد، شرين(2008). **أثر نموذج الإستجابة للفقرة وتعدد الأبعاد وطريقة المطابقة في تقدير معالم الأفراد والفقرات.** أُطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة عمان العربية للدراسات العليا: الاردن.

خضر، أحمد. (2013، 6 مارس). ***فروض البحث: ماهيتها وأنواعها وشروطها ومصادرها.*** استرجعت في تاريخ 2 اغسطس 2016 من http://www.alukah.net/web/khedr/0/51442/

الدرابسة، رياض (2012). **أثر طريقة تقدير القدرة وطريقة التعامل مع القيم المفقودة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد.** أُطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة اليرموك: الأردن.

الزعبي، عمر (2013). **أثر نسبة البيانات المفقودة وطرق التعويض عنها في دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد.** أُطروحة دكتوراه منشورة، جامعة اليرموك: الأردن.

زكي، علي (2009). **الخصائص السيكومترية لاختبار(أوتيس- لينون) للقدرة العقلية مقدرة وفق القياس الكلاسيكي ونموذج راش لدى طلبة المرحلة المتوسطة بمحافظة صبيا التعليمية.** أُطروحة دكتوراه منشورة، مكة المكرمة: جامعة أم القرى.

الصرايرة، راجي (2008)، **مقارنة ثلاثية إحصائيات لفحص جودة مطابقة الفقرة تحت ظـروف نـوع النمـوذج الرياضـي وطول الاختبار وحجم العينة والتفاعلات بينها.**. أُطروحة دكتوراه منشورة، الجامعة الأردنية : الأردن.

اللصاصمة، عمران. (2016). **أثـر نسبة القيم المفقـودة وطريقـة معالجتها فـي دقـة تقدير معالم معادلة الانحدار البسيط.** جامعة مؤته: الأردن.

الهوبي، اياد (2014). **الإحصاء التطبيقي.** الكلية الجامعية للعلوم والتكنولوجيا-خان يونس.

علام، صلاح الدين(2005). **نمـوذج الاستجابة للمفـردات الاختباريـة أحاديـة البعـد ومتعددة الأبعاد وتطبيقاتها فـي القياس النفسـي والتربـوي.** القاهرة: دار الفكر العربي.

منشي، ثامر، و الدهام، دهام. (د.ت). أساسيات العرض والتحليل الإحصائي باستخدام Spsswin . (ج. 2). استرجعت في تاريخ 7 يوليو 2016 من http://faculty.ksu.edu.sa/73125/Documents/Spss%20Second%20Part.pdf

(د.ت). ***الإحصـــاء الاجتمـــاعي.*** اســترجعت فـي تـاريخ 6 يوليـو 2016 مـن www.ckfu.org/vb/attachment.php?attachmentid=154305&d

(د.ت). توزيـع χ^2 *(أو مربـع كـاي).* اسـترجعت فـي تـاريخ 21 يونيـو 2016 مـن http://faculty.ksu.edu.sa/sirhan/Documents/الفصل%20التاسع.doc

ب- المراجع الأجنبية

Acock, A. C. (2005). **Working with Missing Values**. Journal of Mariage and Family,67,1012-1028.

Allison, P., D. (2006). **Imputation of Categorical Variables with PROC MI**. paper presented at the Annual Meeting of the SAS users Group International, San Francisco, CA.

Baker, F, B. (2001). **The Basics of Item Response Theory (2nd ed).** College Park, MD: ERIC Clearing House on Assessment and Evaluation.

Bernaards, C., & Sijtsma, K. (2000). **Influence of Imputation and EM Methods on Factor Analysis when Item Non Response in Questionnaire Data is Nonignorable**. Mutivariate Behavioral Research, 35 (3), 321-364.

Cagnone, S.(2012). **A Note on Goodness-of-Fit Test in Latent Variable Models with Categorical Variables**. Department of Statistics, University of Bologna, Bologna, Italy. Communications in Statistics-Theory and Methods, vol. 41: 2983–2990.

Cokluk, O.& Kayri, M. (2011). **The Effects of Methods of Imputation for Missing Values on the Validity and Reliability of Scales**. Educational Sciences: Theory & Practice, 11(1), 303- 310.

Crocker, L., & Algina, J. (1986). **Introduction to Classical and Modern Test Theory**. New York: Harcourt Brace.

Enders, C. K. (2010). **Applied Missing Data Analysis**. New York: A Divison of Guilford Puplications, Inc.

Figueredo, A. J., Mcknight, P. E., Mcknight, K. M., & Sidani, S. (2000). **Multivariate Modeling of Missing Data Within and Across Assessment Waves**. Addiction 2000, 95 (3), 361-380.

Finch, H. (2008). **Estimation of Item Response Theory Parameters in the Presence of Missing Data**. Journal of Educational Measurement, 45 (3), 225 – 245.

Garson, G.(2015). **MISSING VALUES ANALYSIS & DATA IMPUTATION**. Asheboro: Statistical Publishing Associates.

Gemici, S., Bednarz, A., & Lim, P. (2012). **A Primer for Handling Missing Values in the Analysis of Education and Training Data**, International Journal of Training Research. v10 n3 p233-250

Gruijter, D., & Kamp, L. (2005). **Statistical Test Theory for Education and Psychology**. Retrieved December 30, 2005 from: www.leidenuniv.nl/~ gruijterdnmde, 2005. Available online (https://books.google.jo/books?hl=ar&lr=&id=dMnoX8YnYgsC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Gruijter,+D.,+%26+Kamp,+L.+(2005).+Statistical+Test+Theory+for+E

ducation+and+Psychology&ots=rdR28jBTtf&sig=Jwtf0vI7yGD__EG0GQXFYFQyq54&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true).

Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1985). **Item Response Theory: Principles and Applications**. Boston: Kluwer-Nijhoff. Available online (https://books.google.jo/books/reader?id=dUbwCAAAQBAJ&hl=ar&printsec=frontcover&output=reader&source=ebookstore&pg=GBS.PR1)

Han, K. T., & Hambleton, R. K. (2007). **User's Manual for WinGen: Windows Software that Generated IRT Model Parameter and Item Response**. Center for Educational Assessment Research Report No 642, Amherst, MA: Univrtsity of Massachusetts Center for Educational.

Hatti, J. (1985). **Methodology Review: Assessing Unidimensionality of Test and Item**. Applied Psychological Measurement, 9 (2), 139-164.

Huisman, M., Krol, B., & Van Sonderen, E. (1998). **Handling Missing Data by Re-Approaching Non-Respondents**. Quality and Quantity, 32 (1), 77-91.

Langkamp, D., Lehman, A. & Lemeshow,S. (2010). **Techniques for Handling Missing Data in Secondary Analyses of Large Surveys**. Academic Pediatrics, 10(3), 205-211.

Little, R. J. A.,& Rubin, D. B. (1987). **Statistical Analysis with Missing Data. New York: Wiley**. Available online (https://books.google.jo/books?hl=ar&lr=&id=bQBtw6rx_mUC&oi=fnd&pg=PR24&ots=8NvGdI6iP&sig=ZxZt1Jw13LmEvakD7OsFwBsnjX8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Little, R. J. A., & Rubin, D. B. (2002). **Statistical Analysis with Missing Data. 2nd Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley**. Available online (https://books.google.jo/books?hl=ar&lr=&id=AyVeBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=Statistical+Analysis+with+Missing+Data&ots=uxXV9ApScD&sig=GRwp0jEiws2cJXu0nc5GXKnMrro&redir_esc=y#v=onepage&q=Statistical%20Analysis%20with%20Missing%20Data&f=false .

Lord, F. M. (1973). **Estimation of Latent Ability and Item Parameters When There are Omitted Responses**. Psychometrika, 39, 247-264.

Lord, F. M. (1980). **Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Available online

(https://books.google.jo/books?id=_qu8YGkdTvwC&printsec=frontcover&hl=ar#v=onepage&q&f=false)

Ludlow, L. H., & O'Leary, M. (1999). **Scoring Omitted and Not-Reached Items: Practical Data Analysis Implications**. Educational and Psychological Measurement, 59(4), 615-630.

Mcknight, P. E., Mcknight, K. M., Sidani, S., & Figueredo, A. J. (2007). **Missing Data: A Gentle Introduction. New York: Guilford Press**. Available online. (https://books.google.jo/books?hl=ar&lr=&id=Oel21pwDWXQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Missing+Data:+A+Gentle+Introduction&ots=ZvWyvT0b0i&sig=V_s5zUBVf5Ib-9Vx_rMupA8xZDw&redir_esc=y#v=onepage&q=Missing%20Data%3A%20A%20Gentle%20Introduction&f=false)

Nicholas, J. & Stuart, R. (2001). **Multiple Imputation in Practice: Comparison of Software Packages for Regression Models with Missing Variables**. Statistical Computing Software Reviews. The American Statistician Associotion, 55 (3), 244-254.

Orchard, T., & Woodbury, M. A. (1972). **A Missing Information Principle Theory and Applications**. Proceedings of the 6th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, I (1), 697-715.

Orlando, M. (2014). **Critical Issues to Address When Applying Item Response Theory (IRT) Models**. RAND Corp.

Pigott, T. D. (2001). **A Review of Methods for Missing Data**. Educational Research and Evaluation, 7 (4), 353-383.

Rubin,D. B. (1987). **Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys. New York: Wiley**. SAS Institute (2004) SAS Stat. Cary, NC: SASInstitute, Inc. Available online. https://books.google.jo/books?hl=ar&lr=&id=bQBtw6rx_mUC&oi=fnd&pg=PR24&dq=Rubin,D.+B.+(1987).+Multiple+Imputation+for+Nonresponse+in+Surveys&ots=8NvGdJ0ZbP&sig=er0PLVK5USnOfu6TFt0THpPnVc4&redir_esc=y#v=onepage&q=Rubin%2CD.%20B.%20(1987).%20Multiple%20Imputation%20for%20Nonresponse%20in%20Surveys&f=false)

Schafer, J., L., & Graham, J., W. (2002). **Missing Data: Our View of the State of the Art**. Psychological Methods, 7(2), 147-177.

Schmitt, A. P., & Crocker. L. (1984). **The Relationship between Test Anxiety and Person Fit Measures**. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, April. Available online (http://ufdc.ufl.edu/AA00034640/00001/3j)

Sinharay, S. (2005). **Bayesian Item Fit Analysis for Unidimensional Item Response Theory Models**. Unpublished Work by Educational Testing Service.

Wayman, J. C. (2003). **Multiple Imputation for Missing Data: What is it and how can I Use it**. Paper Presented at the 2003 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL, April.

Wiberg, M. (2004). **Classical Test Theory VS. Item Response Theory: An Evaluation of the Theory Test in the Swedish Driving-License Test**. UMEA University, EM NO 50,ISSN 1103-2685.

Zeis, C., Regassa, H., Shah, A., & Ahmadian, A. (2001). **Goodness-of-fit tests for rating scale data: Applying the minimum chi-square method**. Journal of Economic and Social Measurement, vol. 27, pp. 25–39.

المعلومات الشخصية:

الإسم: فاطمة جمال نوفل المجالي

سنة التخرج:2017

التخصص: قياس وتقويم

رقم الهاتف: 0799566246

الإيميل: fatimaalmajali79@gmail.com